



MEMORIA

FORO INTERINSTITUCIONAL SOBRE

EL RECURSO HÍDRICO EN LA REGIÓN DE OCCIDENTE

Editores

Maynor Badilla Vargas

William Solórzano Vargas

MEMORIA

FORO INTERINSTITUCIONAL SOBRE EL RECURSO HÍDRICO EN LA REGIÓN DE OCCIDENTE DE COSTA RICA

333.91

M533m Memoria Foro Interinstitucional sobre el Recurso Hídrico en la Región de Occidente / editores Maynor Badilla Vargas, William Solórzano Vargas. – 1. ed. – San José, C.R. : Ed. Universidad de Costa Rica, 2017. xvi, 185 p. : il. (algunas col.), mapas

ISBN 978-9968-919

1. RECURSOS HIDRICOS – SAN RAMON (ALAJUELA, COSTA RICA). 2. CALIDAD DEL AGUA – GRECIA (ALAJUELA, COSTA RICA). 3. INUNDACIONES – QUEBRADA EL ESTERO (SAN RAMON, ALAJUELA, COSTA RICA). 4. RECURSOS HIDRICOS – ASPECTOS LEGALES – COSTA RICA. 5. RECURSOS HIDRICOS - PROTECCION – SAN RAMON (ALAJUELA, COSTA RICA). 6. RECURSOS HIDRICOS - PROTECCION – PALMARES (ALAJUELA, COSTA RICA). I Badilla Vargas, Maynor, ed. II. Solórzano Vargas, William, ed.

CIP/3110

CC/SIBDI.UCR

Comisión Editorial. Centro de investigaciones sobre Diversidad Cultural y Estudios Regionales (CIDICER)

Dra. Magdalena Vásquez Vargas
Dra. Luz Marina Vásquez Carranza
Dr. Francisco Rodríguez Cascante
M.L. Manuel Alvarado Murillo (Director)
M.Ed. Ronald Rivera Rivera
M.Sc. William Solórzano Vargas
M.Ed. Maynor Badilla Vargas

Corrección de estilo:

M.L. Minor Herrera Valenciano
M.L. Manuel Alvarado Murillo

Corrección de pruebas:

M.Ed. Maynor Badilla Vargas
M.Sc. William Solórzano Vargas

Asistente de investigación:

Bach. Guido Vargas Rojas

Diseño de portada y diagramación:

Lic. Juan Gabriel Madrigal Cubero

Impresión:

Editorial de la Universidad de Costa Rica

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni puede ser registrada o transmitida por un sistema de recuperación de información en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, magnético, electroscópico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de los autores o de la editorial.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	IX
PRESENTACIÓN	X
INTRODUCCIÓN	XII

PRIMERA PARTE. ADMINISTRACIÓN Y CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

- Análisis sobre la calidad del agua para el consumo humano en la Región de Occidente de Costa Rica. *Mag. William Solórzano Vargas y Mag. Maynor Badilla Vargas.* 3
- Calidad del agua potable en Grecia: investigación y sus resultados, período 2012- 2014. *Mag. Jhon Diego Bolaños Alfaro.* 35
- Variaciones en el uso de la tierra y sus implicaciones en el recurso hídrico en la subcuenca del río Grande de San Ramón. *Lic. Jarol Arias Rodríguez.* 49
- Factores intensificadores de las inundaciones en la quebrada El Estero, San Ramón, Costa Rica. *Mag. Marvin E. Quesada Quesada.* 63

SEGUNDA PARTE. GESTIÓN JURÍDICA DEL RECURSO HÍDRICO

- Aplicación del principio «quien contamina paga» en el proyecto de ley para la gestión integrada del recurso hídrico. *Mag. Marlenne Alfaro Alfaro.* 87
- El fundamento constitucional del recurso hídrico y el proyecto de ley para su gestión integrada: su trámite legislativo. *Dr. Jorge Córdoba Ortega* 104

TERCERA PARTE. PROPUESTAS PARA EL MANEJO Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

- Alternativas técnicas y legales para la protección y manejo de las nacientes del acueducto de San Ramón- Palmares (Bajo Barrantes, río Barranca, Piedades Sur de San Ramón). *Mag. Jorge Rodríguez Villalobos.* 121
- Contribuir con el saneamiento ambiental mediante humedales artificiales subsuperficial: la experiencia de una familia y una comunidad, Hondores, Nicoya, 2012- 2014. *Mag. Yendry Vargas Trejos y Mag. José Quirós Vega.* 149
- La riqueza hídrica de la reserva biológica Alberto Manuel Brenes, San Ramón, Costa Rica. *Mag. Marvin E. Quesada Quesada y Mag. Ronald Sánchez Porras* 174

A todas aquellas personas que con su accionar y compromiso aportan mayores niveles de concienciación en torno a la importancia de preservar el recurso hídrico.

Los editores

AGRADECIMIENTOS

Esta memoria es el resultado del aporte de una serie de estudiosos sobre el recurso hídrico de la Región de Occidente, así como de instituciones vinculadas con la investigación y gestión de dicho recurso. En este sentido, es importante destacar el apoyo trascendental de la Vicerrectoría de Investigación, de la Universidad de Costa Rica y del Centro de Investigaciones sobre Diversidad Cultural y Estudios Regionales (CIDICER), entidades que colaboraron, tanto en los aspectos organizativos del Foro Interinstitucional sobre el Recurso Hídrico en la Región de Occidente de Costa Rica, como en la publicación de esta memoria.

Se extiende este agradecimiento a los funcionarios de la Vicerrectoría de Investigación, especialmente a la Licda. Rosemile Ramsbotton Valverde, representante de esta Vicerrectoría en las Sedes Regionales; así como a la Dra. Magdalena Vásquez Vargas, Directora del CIDICER, por el apoyo incondicional que nos han brindado en los últimos años.

Al Lic. Juan Gabriel Madrigal Cubero, por su invaluable aporte creativo en el diseño de la portada, así como el diseño interno y diagramación de la memoria.

A la Dra. Luz Marina Vásquez Carranza, Licda. Carolina Álvarez Fuentes y a la Br. Yorleni Vásquez López, por su valiosa colaboración en la revisión de los abstracts de cada uno de los trabajos de la memoria.

PRESENTACIÓN

El Centro de Investigaciones sobre Diversidad Cultural y Estudios Regionales (CIDICER), como unidad académica de la Universidad de Costa Rica, tiene el propósito de contribuir con el desarrollo de la sociedad costarricense y con cada una de las comunidades a las que orienta su quehacer. De manera específica este Centro pretende incidir positivamente en todas aquellas áreas vinculadas con los procesos culturales y con temas que resulten fundamentales para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del país.

Uno de estos temas que cobran relevancia en la actualidad y demandan una gran definición en su manejo futuro es el recurso hídrico: su disponibilidad, gestión, administración, acceso y abastecimiento. Para abordarlo de forma integral se requieren consideraciones ambientales, de sanidad pública, políticas, jurídicas y socioeconómicas; de ahí la pertinencia de analizarlo desde diferentes perspectivas y con el enfoque de especialistas que se han preocupado por cuidarlo y asegurar su sostenibilidad.

Es por lo anterior que la organización y realización del **Foro interinstitucional sobre el recurso hídrico en la Región de Occidente**, a cargo del M. Ed. Mainor Badilla Vargas y el M.Sc. William Solórzano Vargas, responsables del proyecto de investigación *Observatorio del desarrollo humano de la Región de Occidente* inscrito en el CIDICER, cumple a cabalidad con el objetivo de reflexionar y abrir un espacio de diálogo con los actores, grupos e instituciones involucradas en el tema y simultáneamente proponer los cambios que nuestra sociedad requiere en este ámbito.

Este Foro tuvo lugar los días 16 y 17 de octubre de 2014 y se caracterizó por realizar un abordaje interinstitucional de los distintos aspectos y problemáticas, tan necesario hoy para conformar una visión comprensiva e integrar esfuerzos de cooperación para el mantenimiento y preservación de este recurso. En él se presentaron dieciséis ponencias y se contó con

la participación de representantes de Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), Acueductos y Alcantarillados (AyA), Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Asadas de la Región de Occidente, Fundación Madre Verde, Centro de Investigaciones Geológicas (UCR), Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (UCR) y de la carrera de Ingeniería Industrial de la Sede de Occidente (UCR).

Esta Memoria que hoy ponemos a disposición de la comunidad universitaria y de la nacional reúne los aportes de personas e instituciones, que sin duda, se convertirán en insumos muy significativos para la construcción de una nueva cultura del recurso hídrico basada en su protección, uso razonable y solidario. Deseamos, por lo tanto, contribuir a mejorar la escasa planificación que hasta la fecha ha existido sobre este recurso, tanto a nivel nacional como regional, así como crear conciencia sobre nuestra responsabilidad con las generaciones presentes y venideras.

Como Directora del CIDICER, agradezco el apoyo ofrecido por la Vicerrectoría de Investigación, la Sede de Occidente, la Coordinación de Investigación de la Sede de Occidente, las instituciones participantes y representadas, y muy especialmente a los conferencistas y ponentes, quienes con sus investigaciones nos han aportado una mirada crítica y científica sobre el papel determinante que desempeña y desempeñará el agua para el desarrollo humano.

Dra. Magdalena Vásquez Vargas
Directora del CIDICER
Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el tema del agua reviste un papel determinante en el desarrollo humano y en la calidad de vida de los pobladores de la Región de Occidente de Costa Rica. Además, constituye un reto impostergable que demanda la implementación de políticas públicas orientadas a asegurar la calidad y disponibilidad de este recurso en el tiempo.

Desde la Universidad de Costa Rica y específicamente desde el Centro de Investigaciones sobre Diversidad Cultural y Estudios Regionales (CIDICER) y el proyecto de investigación denominado: “*Observatorio del desarrollo humano de la Región de Occidente*”, nos hemos propuesto tener una activa participación en los procesos de diálogo, análisis y reflexión sobre problemáticas que aquejan la Región de Occidente. Es por ello que durante los días 16 y 17 de octubre del 2014, se organizó el **Foro Interinstitucional sobre el Recurso Hídrico en la Región de Occidente**, en el cual se reunió un grupo de especialistas y representantes de diversas instituciones públicas y de organizaciones de la sociedad civil, involucrados en el tema hídrico, entre ellos, docentes, estudiantes, representantes de instituciones públicas (MINAE, SENARA, AyA), funcionarios de ASADAS de la Región de Occidente y delegados de la Fundación Madre Verde.

Cabe destacar que la actividad fue sumamente exitosa y la respuesta del público fue excelente. Asistieron aproximadamente, unas doscientas cincuenta personas. El Auditorio de la Sede de Occidente siempre contó con 50 personas como mínimo.

Esta memoria es producto de ese esfuerzo de intercambio y socialización de conocimientos, en ella se recoge la mayor parte de los trabajos de los ponentes que participaron en el foro, y constituye una contribución, desde la academia, al estudio y reflexión de esta problemática.

Con esta memoria, los autores pretenden contribuir en la generación de nuevas interrogantes de investigación, nuevas

hipótesis de trabajo, despertar inquietudes sobre esta problemática regional y, ante todo, propiciar mayores niveles de concienciación y de compromiso en torno a la situación del recurso hídrico en la actualidad.

En relación con la estructura de la obra, está dividida en tres secciones, cada una de ellas con un eje temático articulador de las variables analizadas por los diferentes autores.

En la primera parte, titulada: **Administración y calidad del recurso hídrico**, se presentan cuatro artículos que abordan temáticas relacionadas con la calidad del agua y las transformaciones que han tenido lugar con respecto al uso de la tierra y sus consecuencias, en particular aquellas derivadas de los fenómenos hidrometeorológicos.

William Solórzano Vargas y Maynor Badilla Vargas, en su artículo, *Análisis sobre la calidad del agua para el consumo humano en la Región de Occidente de Costa Rica*, nos ofrecen un interesante estudio a partir de una serie de datos estadísticos relacionados con los distintos entes encargados de administrar acueductos y brindar el servicio de agua para consumo humano en cada uno de los cantones que conforman la Región de Occidente. Además, el trabajo proporciona datos sobre el número de acueductos, la cantidad de personas que abastecen, así como la calidad de agua que le suministran a sus abonados.

Jhon Diego Bolaños Alfaro, en su trabajo titulado: *Calidad del agua potable en Grecia: investigación y sus resultados en el período 2012- 2014*, destaca que el acceso al agua potable es un derecho humano universal, de dominio público y carácter inalienable, sin embargo, no necesariamente se cumple en calidad o cantidad, tal situación claramente tiene repercusiones en su función ecológica y de salud pública. Este trabajo es producto de un proyecto de investigación mediante el cual se controlan y estudian variables de calidad del agua y sus resultados se convierten en indicadores del estado de la calidad del agua, que tienen como fin proyectar esa información sobre las

actividades que se desarrollan en el cantón de Grecia, y con ello mejorar la gestión con respecto al recurso hídrico.

Jarol Arias Rodríguez, en el trabajo que tiene por título: *Variaciones en el uso de la tierra y sus implicaciones en el recurso hídrico en la subcuenca del río Grande de San Ramón*, plantea que el crecimiento urbano que ha experimentado esta subcuenca en las últimas décadas ha ejercido una enorme presión sobre los usos de la tierra, provocando daños en el recurso hídrico de la zona y en la población, lo cual en asocio con otros factores de índole natural, ha conllevado a problemas de inundaciones y deslizamientos. Indica además, que esta situación va en aumento y la única alternativa para minimizar esos impactos es mediante un plan integrado de manejo de cuencas, el cual no se vislumbra en un futuro próximo.

Marvin Quesada Quesada, en su artículo titulado: *Factores intensificadores de las inundaciones en la quebrada El Estero, San Ramón, Costa Rica*, considera que las inundaciones en la microcuenca El Estero han sido provocadas por fenómenos de tipo meteorológico y sinóptico. En la consecución de estos fenómenos han intervenido situaciones que van desde lluvias muy fuertes, de poca duración, hasta aquellas continuas por más de 24 horas de duración, inclusive por varios días, que por lo general son de intensidad moderada pero persistentes. También destaca que otros factores intensificadores, que son comunes y que dan paso a dichas inundaciones son los factores hidrológicos, geomorfológicos y edáficos; así como la impermeabilización del suelo por la expansión urbana, las construcciones sobre el cauce, en sus márgenes, las canalizaciones y los alcantarillados de diámetros pequeños.

En la segunda sección, el eje articulador de los trabajos se refiere a la **Gestión jurídica del recurso hídrico**. Aquí se presentan dos artículos de juristas de la Sede de Occidente de la Universidad de Costa Rica que abordan el estrecho vínculo que existe entre la legislación y una serie de aspectos relacionados con la gestión de este recurso.

Marlenne Alfaro Alfaro, en su artículo *Aplicación del principio «quien contamina paga» en el proyecto de ley para la gestión integrada del recurso hídrico*, plantea la necesidad de utilizar los tributos medioambientales como una forma efectiva de evitar la contaminación del recurso hídrico en Costa Rica; en lugar de emplear figuras como el canon ambiental por vertidos y el canon del agua propuesto en el proyecto de Ley para la gestión integrada del recurso hídrico. Toda vez que la figura del canon no es congruente con los objetivos y principios planteados en la ley mencionada, así como tampoco con las tendencias actuales de protección del agua, que buscan de manera preventiva evitar la contaminación de este recurso vital y agotable.

Jorge Córdoba Ortega, en su trabajo: *El fundamento constitucional del recurso hídrico y el proyecto de ley para su gestión integrada: su trámite legislativo*, describe el marco constitucional y legal del recurso hídrico en Costa Rica y el trámite del proyecto de “Ley para la gestión integrada del recurso hídrico”, Expediente No. 17.742, así como la consulta legislativa facultativa de constitucionalidad planteada a esta iniciativa.

En la tercera sección, se plantean una serie de **Propuestas para el manejo y protección del recurso hídrico**, las cuales se refieren a alternativas de índole técnico y legal; así como las asociadas con el saneamiento ambiental y la preservación de áreas que poseen gran potencial hídrico, como el caso de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes.

Jorge Rodríguez Villalobos, expone un interesante estudio denominado: *Alternativas técnicas y legales para la protección y manejo de las nacientes del acueducto de San Ramón- Palmares (Bajo Barrantes, río Barranca, Piedades Sur de San Ramón)*, en el cual se refiere a las condiciones técnicas y legales relacionadas con la protección y manejo de las nacientes del Bajo Barrantes y de las tomas de derivación del río Barranca del Acueducto San Ramón-Palmares. Además, hace un recuento de las gestiones institucionales, los criterios técnicos y la categoría de manejo más adecuada para su protección y algunas recomendaciones para su manejo.

Yendry Vargas Trejos y José Quirós Vega, en el trabajo que titulan *Contribuir con el saneamiento ambiental mediante humedales artificiales subsuperficiales: la experiencia de una familia y una comunidad, Hondores, Nicoya, en el período 2012- 2014*, exponen una experiencia de investigación-acción, que consistió en acompañar el proceso de implementación de un humedal artificial subsuperficial (biojardinera) en la comunidad de Hondores, en el cantón de Nicoya. La iniciativa de construir una biojardinera nace con el compromiso de atender dos problemáticas socioambientales: contribuir a controlar la propagación de casos de dengue y brindar una alternativa de ahorro y reutilización del agua ante la prolongada sequía que se experimenta en los meses de diciembre a mayo.

Esta sección finaliza con el trabajo de Marvin E. Quesada Quesada y Ronald Sánchez Porras, titulado: *La riqueza hídrica de la reserva biológica Alberto Manuel Brenes, San Ramón, Costa Rica*. Los autores destacan que la reserva constituye una región privilegiada en cuanto a la disponibilidad de agua, con niveles de precipitación que oscilan entre los 3315.9 mm y los 3931.4 mm anuales, superiores al promedio nacional. Esta situación se explica principalmente por su posición altitudinal, su exposición y las variaciones topográficas; características propicias para la existencia de abundantes ríos y quebradas. La alta disponibilidad de agua permite que se le dé una variedad de usos en sectores como el doméstico, agropecuario, turismo, hidroeléctrico y riego.

Maynor Badilla Vargas
William Solórzano Vargas
Editores

PRIMERA PARTE

**ADMINISTRACIÓN
Y CALIDAD DEL
RECURSO HÍDRICO**

PRIMERA PARTE

ADMINISTRACIÓN
Y CALIDAD DEL
RECURSO HÍDRICO

LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA REGIÓN DE OCCIDENTE DE COSTA RICA: UN ANÁLISIS A PARTIR DEL INFORME ANUAL DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, 2013

QUALITY OF DRINKING WATER IN THE WEST REGION OF COSTA RICA. AN ANALYSIS OF THE ANNUAL REPORT OF THE COSTA RICAN INSTITUTE WATER AND SEWAGE, 2013

William Solórzano Vargas

Maynor Badilla Vargas

Palabras clave

Región de Occidente, recursos hídricos, ASADAS, calidad del agua.

Keywords

West Region, water resources, ASADAS, quality of water.

Resumen

En este trabajo se presentan y describen una serie de datos estadísticos relacionados con los distintos entes encargados de administrar los acueductos y brindar el servicio de agua, para consumo humano, en cada uno de los cantones que conforman la Región de Occidente. Se proporcionan datos sobre el número de acueductos que administran, la cantidad de personas que abastecen y la calidad de agua que le suministran a sus abonados.

Abstract

Is this research project a series of statistic data related with same entities in charge of administering aque-ducts and providing the water service for human consumption in each of the cantons which belong to the West Region are presented and analyzed. Furthermore, data about the number of aqueducts which these entities administrate, quantity of people catered, and the water quality supplied are provided.

1. INTRODUCCIÓN

La calidad del agua que se proporciona a una población está íntimamente relacionada con el desarrollo, la salud y el nivel de vida en general de un grupo humano. De ahí la importancia de que los entes autorizados en proporcionar este trascendental servicio público, realicen todos los esfuerzos posibles para garantizar que el agua que distribuyen sea de excelente calidad.

Este artículo tiene como objetivos principales; en primer lugar, evidenciar la calidad del agua que consumen los pobladores de la Región de Occidente de Costa Rica, teniendo como criterio de calidad, si el agua es «potable» o «no potable». En este sentido, se define como agua potable el agua tratada que cumple con las disposiciones de valores recomendables o máximos admisibles estéticos, organolépticos, físicos, químicos, biológicos y microbiológicos, establecidos en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, y que al ser consumida por la población no causa daño a la salud. En segundo lugar, conocer los entes operadores encargados de suministrar el servicio de agua para consumo humano en los distintos cantones de la región y si existen diferencias en cuanto a la calidad del servicio que brindan los diferentes entes operadores; y, en tercer lugar, determinar la importancia de los sistemas comunales (ASADAS), en términos de la cantidad de acueductos que administran y la de la cantidad de población a la cual suministran el servicio de agua para el consumo humano.

El trabajo se fundamenta en tres documentos publicados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, los cuales se describen a continuación.

En primera instancia está el Informe Anual 2013, denominado «Control de la calidad del agua para consumo humano en los acueductos operados por AyA» y su respectivo anexo, elaborado por la Dra. Ana Victoria Mata Solano y otros, publicado por AyA y el Laboratorio Nacional de Aguas, en junio del 2014.

Este informe corresponde a la evaluación anual de la calidad del agua para consumo humano (2013), generado a partir de la información de los 191 acueductos incluidos en el programa «Control de la calidad del agua para consumo humano en los acueductos operados por AyA». Este programa tiene como objetivo principal evaluar la calidad del servicio de abastecimiento, con el propósito de determinar si se cumple o no lo estipulado en ley, y de esta manera, prevenir los riesgos de enfermedades transmitidas por el agua contaminada.

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), como ente operador, es el responsable jurídico, en todo momento, de la calidad e inocuidad del agua que produce y suministra a los usuarios —hasta la entrada del medidor—, así como de la correcta supervisión, inspección, mantenimiento, funcionamiento seguro del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, del mantenimiento preventivo, del análisis sistemático y de las medidas correctivas pertinentes. Sin embargo, no tiene responsabilidad alguna sobre el deterioro de la calidad del agua como consecuencia del mal estado de las tuberías o del uso inadecuado de depósitos de agua en hogares y edificios (AyA, 2013, p.1).

El segundo documento utilizado se titula «Programa de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, suministrada en los acueductos rurales operados por comités administradores o asociaciones», y su respectivo anexo. Este trabajo contiene datos sobre la calidad del agua que suministraron las ASADAS, durante el periodo 2011- 2013; fue elaborado por la Dra. Ana Victoria Mata Solano y otros, y publicado en agosto del 2014.

Este informe corresponde a la evaluación anual de la calidad del agua para consumo humano, suministrada en el período 2011- 2013, en los más de dos mil acueductos incluidos en el programa «Vigilancia de la calidad del agua en los acueductos operados por Comités Administradores de Acueductos Rurales (CAAR's) o asociaciones» (conocidas comúnmente en nuestro medio como ASADAS). Este programa lo ejecuta el AyA desde 1999, a través del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), y tiene como objetivo principal evaluar la calidad del servicio de abastecimiento, con el propósito de determinar si se cumple o no la ley y, de esta manera, prevenir los riesgos de enfermedades transmitidas por el agua contaminada.

El tercer documento con el que se trabaja, es el informe anual 2013 denominado «Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en los acueductos operados por las municipalidades y la E.S.P.H.», y su respectivo Anexo; publicado por AyA y el Laboratorio Nacional de Aguas, en julio del 2014.

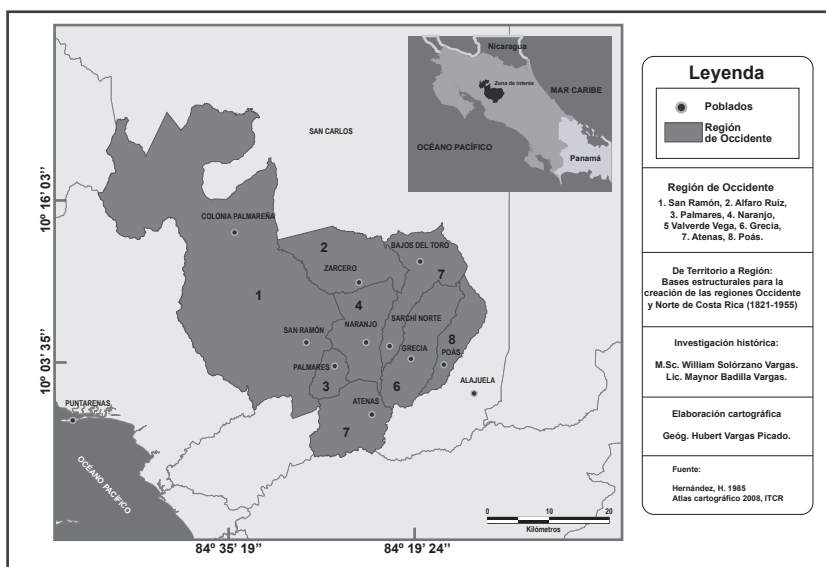
Este informe fue elaborado por la Dra. Ana Victoria Mata Solano y otros especialistas, con base en la evaluación anual de

la calidad del agua para el consumo humano, suministrada en el 2013, en los 253 acueductos incluidos en el programa “Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en los acueductos operados por las municipalidades y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia. (E.S.P.H.)”.

2. ENTES OPERADORES, ACUEDUCTOS QUE CONTROLAN Y POBLACIÓN QUE ABASTECEN

Geográficamente, el trabajo se circunscribe a la Región de Occidente de Costa Rica y considera los siguientes cantones: San Ramón, Palmares, Naranjo, Valverde Vega, Grecia, Poás, Zarcero y Atenas.

Figura 1
Región de Occidente, área de estudio



Fuente: Badilla y Solórzano (2010).

En el cuadro N°1 se puede observar que para la Región de Occidente existen tres entes operadores que tienen a su cargo el suministro de agua para consumo humano. El AyA posee 15 acueductos, lo que representa tan solo el 5% del total de los acueductos de la región, y abastece a 105.941 personas, lo que constituye el 29% de la población total de la región.

Las municipalidades, que conforman otro ente operador, administran 36 acueductos, lo que representa el 13% del total de los acueductos de la región, y abastecen a 65.108 habitantes, el 18% de la población total de la región.

Los Sistemas Comunales (ASADAS) tienen bajo su cargo 230 acueductos (82% del total de los acueductos de la región), que abastecen a 189.123 personas, lo cual equivale al 53% de la población total de la zona.

Un elemento por destacar es la importancia que tienen las ASADAS, dentro de la Región de Occidente, no solo en cuanto a la cantidad de acueductos administrados (el 82% del total), sino también, en cuanto a la cantidad de población favorecida por estos sistemas comunales (53%), lo que representa más de la mitad de la totalidad de la región.

Este rol tan significativo, que están desempeñando las ASADAS en la Región de Occidente, se evidencia si se considera que, a nivel nacional, los acueductos operados por estos sistemas comunales, según los datos del AyA del 2013, abastecieron a 1.328.139 personas, lo cual representa el 28,1% de la población total del país con acceso a agua intradomiciliar, es decir, familias que reciben agua por algún operador directamente en su casa de

habitación. Mientras tanto, en la Región de Occidente las ASADAS proporcionan agua potable a un porcentaje de población que es casi el doble del nacional, en este caso, 53% de la población de la zona (CAAR's, Informe anual 2011-2013, p. 3).

Cuadro N° 1 Cantidad y porcentajes de acueductos por ente operador y población abastecida en la Región de Occidente				
Entes operadores	Cantidad de acueductos	% de acueductos	Población abastecida	% de Población abastecida
A y A	15	5%	105.941	29%
Municipalidad	36	13%	65.108	18%
Sistemas Comunales (ASADAS)	230	82%	189.123	53%
TOTALES	281	100%	360.172	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Informe anual AyA, 2013; Informe anual CAAR's, 2011-2013 e Informe anual municipalidades- E.S.P.H., 2013.

Gráfico N°1
Porcentaje de acueductos en manos de cada ente operador en la Región de Occidente

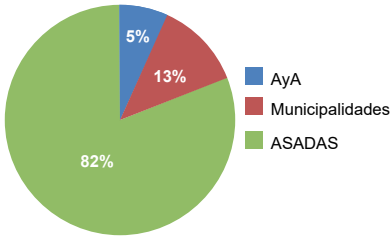
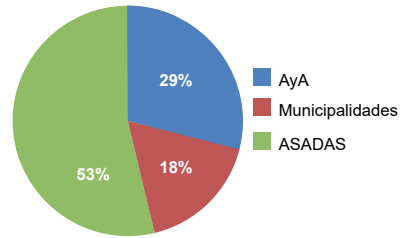


Gráfico N°2
Porcentaje de población abastecida por cada ente operador en la Región de Occidente



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Informe anual AyA, 2013; Informe anual CAAR's, 2011-2013 e Informe anual municipalidades- E.S.P.H., 2013.

3. ENTES OPERADORES POR CANTÓN, POBLACIÓN ABASTECIDA Y CALIDAD DEL AGUA QUE SUMINISTRAN

A continuación se realiza una descripción con base en la información estadística recopilada de los entes operadores en cada uno de los cantones de la Región de Occidente, de la población abastecida y de la calidad del agua que suministran.

Como se puede apreciar en el cuadro N° 2, en el cantón de San Ramón existen únicamente dos entes operadores. En primer lugar AyA, que administra cuatro acueductos y abastece a 56.759 personas, el 55% de la población total del cantón. De esta población, el 100% recibe agua potable.

El segundo ente operador lo constituyen los Sistemas Comunales (en adelante ASADAS), que en conjunto administran 62 acueductos y abastecen a 46.122 personas, lo que representa el

45% de la población total del cantón. Nótese que en manos de las ASADAS está el 94% del total de los acueductos del cantón.

En cuanto a la calidad del agua que proporcionan las ASADAS a este importante porcentaje de los habitantes de San Ramón (45%), es pertinente hacer la diferencia entre los acueductos clorados y los NO clorados. Es decir, aquellos que aplican procesos de cloración del agua que distribuyen para aumentar los niveles de potabilidad y aquellos que no lo hacen.

De los 62 acueductos que administran las ASADAS, 36 son clorados y abastecen a 22.995 personas: al 95% le proporcionan agua potable, al 2% agua NO potable y al 3% agua que NO fue evaluada. Los restantes 26 acueductos son NO clorados, abastecen a 23.127 habitantes, de los cuales tan solo al 65% de la población se le brinda agua potable, al 28% se le proporciona agua NO potable y, al 7% de las personas, agua sin evaluar durante el año 2013. Para mayores detalles, en el anexo N°1 se indica la lista de los acueductos comunales clorados y NO clorados para cada uno de los cantones de la región.

En términos generales, durante el 2013, de los 102.881 habitantes, que aproximadamente conformaban el total de la población de San Ramón, el 91% recibió agua de calidad potable, al 7% se le proporcionó agua de calidad NO potable y el 2% fue abastecido con agua sin evaluar.

Como se aprecia en el cuadro N° 3, en el cantón de Palmarex existen únicamente dos entes operadores. AyA administra tres acueductos y abastece a 31.116 personas, lo que representa el 76% de la población total del cantón. En cuanto a la calidad, el 100% de la población recibe agua de calidad potable. El otro ente operador lo conforman doce ASADAS que en conjunto abastecen a una

Cuadro N° 2

Cantidad y porcentajes de acueductos por ente operador y población abastecida, cantón de San Ramón, 2013

Entes operadores	Número de acueductos	Población abastecida por cada ente operador (estimado)	% de población abastecida con agua potable	% de población abastecida con agua NO potable	% de población abastecida con agua SIN evaluar
A y A	1-Chayote de San Juan	6.629	100%		
	2-Piedades Norte	3.850	100%		
	-La Paz				
	-Esperanza	4.420	100%		
	3-San Juan	41.860	100%		
4-San Ramón					
	4 acueductos (6%)	Total: 56.759 (55%)	100%		
Municipalidades	No posee acueductos				
Sistemas comunales (ASADAS)	36 acueductos clorados	22.995	95 % (21.763)	2 % (487)	3 % (745)
	26 acueductos NO Clorados	23.127	65 % (15.153)	28 % (6.403)	7 % (1.571)
	62 acueductos (94%)	Total: 46122 (45%)	80%	15%	5 %
TOTALES	66	102.881	(91%) 93.675	(7%) 6.890	(2%) 2.316

Fuente: Construcción propia a partir del Informe AyA, 2013, p.163, 164; Anexo AyA, 2013, p. 1053 e Informe CAARs, 2013, p.22, 31-32, 38.

población de 10.062 personas, es decir el 24% de la población total del cantón.

En cuanto a la calidad del agua que proporcionan las ASADAS, para el caso de Palmareñas, los datos son muy positivos pues, en todos los acueductos evaluados (10 en total), los análisis demostraron que el agua suministrada es de calidad potable. Dos de los acueductos no fueron evaluados, en uno de ellos el agua no es clorada.

En general, durante el 2013, el 95% de la población palmareña recibió agua de calidad potable y el 5% restante fue abastecida con agua sin evaluar. No se tienen datos de población que haya recibido agua NO potable.

En el cantón de Naranjo, AyA no brinda el servicio de distribución de agua a los hogares. Esta función está a cargo de la municipalidad, la cual administra diez acueductos (20% de los acueductos del cantón), con los que abastece a 22.203 habitantes, es decir, el 44% de la población total. En cuanto a la calidad del agua, el 100% de la población recibe agua potable.

El otro ente operador lo conforman las ASADAS, que en este cantón administran 41 acueductos y en conjunto abastecen a una población de 28.772 personas, lo que representa el 56% de la población total del cantón.

De los 41 acueductos que administran las ASADAS, catorce son acueductos clorados, abastecen a 15.570 personas: el 62% cuentan con agua de calidad potable, el 1,2% con agua de calidad NO potable y el 36% reciben agua que NO fue evaluada. Los restantes 27 acueductos son NO clorados (ver anexo N°1). Estos abastecen a 13.202 habitantes, de los cuales, tan solo al 11% se le brinda agua potable y, al restante 89%, agua que no fue evaluada para el año 2013.

Cuadro N° 3

Cantidad y porcentajes de acueductos por ente operador y población abastecida, cantón de Palmare, 2013

Entes operadores	Número de acueductos	Población abastecida por cada ente operador (estimado)	% de población abastecida con agua potable	% de población abastecida con agua NO potable	% de población abastecida con agua SIN evaluar
A y A	1.-La Granja Arriba	808	100%		
	2.-Paco Rodríguez	360	100%		
	3.-Palmare Zaragoza	29.948	100%		
	3 acueductos (20%)	Total: 31.116 (76%)	100%		
Municipalidades	No posee acueductos				
Sistemas comunales (ASADAS)	11 acueductos Clorados	10.027	79 % (7.947)	(0 %)	21 % (2.080)
	1 acueducto NO clorado	35			100% (35)
	Total 12 acueductos (80%)	Total: 10.062 (24%)			
TOTALES	15	41.178	(95%) 39.063	0%	(5%) 2.115

Fuente: Construcción propia a partir del Informe AyA, 2013, p.163, 164; Anexo AyA, 2013, p. 1053 e Informe CAAR's, 2013, p.22, 39, 56- 57, 86.

En términos generales, durante el 2013, de los 50.975 habitantes que conformaban el total de la población del cantón de Naranjo, 65% recibió agua de calidad potable, 1% agua de calidad NO potable y 34% recibió agua que no fue evaluada.

En el cantón de Zarcero, AyA no brinda el servicio de distribución de agua en los hogares. Este servicio lo tiene a su cargo la municipalidad y las ASADAS. La municipalidad administra dos acueductos que representan 11% del total del cantón, y abastecen a 3.811 habitantes, lo que equivale al 32% de la población total de la comunidad. En cuanto a la calidad del agua que distribuye la municipalidad, el 100% es potable.

Cuadro N° 4
Cantidad y porcentajes de acueductos por ente operador y población abastecida, cantón de Naranjo, 2013

Entes operadores	Número de acueductos	Población abastecida por cada ente operador (estimado)	% de población abastecida con agua potable	% de población abastecida con agua NO potable	% de población abastecida con agua SIN evaluar
A y A	No posee acueductos				
Municipalidades	10 acueductos Clorados (20%)	22.203 (44%)	100%		
Sistemas comunales (ASADAS)	14 acueductos clorados:	15.570	(62%) 9.617	(1,2%) 350	(36%) 5.603
	27 acueductos NO clorados:	13.202	(11%) 1.462		(89%) 11.740
	41 acueductos (80%)	Total: 28.772 (56%)			
TOTALES	51	50.975	(65%) 33.282	(1%) 350	(34 %) 17.343

Fuente: Construcción propia a partir del Informe AyA, 2013, p.163, 164; Anexo AyA, 2013, p. 1053 e Informe CAARs, 2013, p. 39, 55- 85- 86.

El otro ente operador lo conforman diecisiete ASADAS, las cuales administran 89% de los acueductos del cantón y en conjunto abastecen una población de 8.021 habitantes, lo que representa 68% de la población total.

De los 17 acueductos que administran las ASADAS, 8 son acueductos clorados y abastecen a 4.976 personas: al 73% de ellas se les proporciona agua potable y al 27% agua que NO fue evaluada. Los restantes nueve acueductos son NO clorados (ver anexo N°1). Estos proporcionan agua a 3.045 habitantes, de los cuales, el 52% recibe agua potable, el 2% agua NO potable y el 46% agua que no fue evaluada.

En general, durante el 2013, de los 11.832 habitantes que conformaban el total de la población de Zarcero, 76% recibió agua de calidad potable, 1% agua de calidad NO potable y 23% fue abastecido con agua que no fue evaluada.

En el cantón de Valverde Vega, el servicio de distribución de agua a los hogares está a cargo de la municipalidad y las ASADAS. El ente municipal administra nueve acueductos que representan 41% del total de los acueductos del cantón y abastece a 12.517 habitantes, lo que equivale al 60% de la población total.

En cuanto a la calidad del agua que distribuye la municipalidad, 98% de la población recibe agua de calidad potable y 2% recibe agua de calidad NO potable.

Cuadro N° 5 Cantidad y porcentajes de acueductos por ente operador y población abastecida, cantón de Zarcero, 2013					
Entes operadores	Número de acueductos	Población abastecida por cada ente operador (estimado)	% de población abastecida con agua potable	% de población abastecida con agua NO potable	% de población abastecida con agua SIN evaluar
A y A	No posee acueductos				
Municipalidades	2 acueductos clorados (11%)	3.811 personas (32 %)	100%		
Sistemas comunales (ASADAS)	8 acueductos clorados	4.976	(73%) 3.608	(0 %)	(27%) 1.368
	9 acueductos NO clorados	3.045	(52%) 1.582	(2%) 63	(46%) 1.400
	17 acueductos (89%)	Total: 8.021 (68%)			
TOTALES	19	11.832	(76%) 9.001	(1%) 63	(23%) 2.768

Fuente: Construcción propia a partir de Informe Munic-ESPH, 2013, p. 39; Anexo Munic-ESPH, 2013, p. 84, e Informe CAARs, 2013, p.39, 57-58, 90.

El otro ente operador está conformado por trece ASADAS, las cuales administran 59% de los acueductos del cantón y en conjunto abastecen a una población de 8.442 habitantes, lo que representa 40% de la población total del cantón.

Los trece acueductos son NO clorados (ver anexo N°1) y en cuanto a la calidad del agua que distribuyen, al 22% de la población se le brinda agua potable, al 7% agua NO potable y al 71% agua que no fue evaluada.

En términos generales, para el 2013, de los 20.959 habitantes que conformaban la población total de Valverde Vega, 67,5 % recibió agua de calidad potable, 4% agua de calidad NO potable y 28,5 % agua sin evaluar.

En el cantón de Grecia, el servicio de distribución de agua en los hogares está a cargo de la municipalidad y las ASADAS. La primera administra cuatro acueductos, que representan el 7% del total de los acueductos del cantón y abastece a 14.000 habitantes, lo cual equivale al 17% de la población total. De estos acueductos, tres de ellos son clorados y uno es NO clorado, que corresponde al acueducto denominado Sector Naciente Patal (Informe Munic-ESPH, 2013, p. 56).

En cuanto a la calidad del agua que distribuye la Municipalidad de Grecia, de los 14.000 habitantes, 56% recibió agua de calidad potable y 44% fue abastecida durante el 2013 con agua de calidad NO potable.

Cuadro N° 6 Cantidad y porcentajes de acueductos por ente operador y población abastecida, cantón de Valverde Vega, 2013					
Entes operadores	Número de acueductos	Población abastecida por cada ente operador (estimado)	% de población abastecida con agua potable	% de población abastecida con agua NO potable	% de población abastecida con agua SIN evaluar
A y A	No posee acueductos				
Municipalidades	9 acueductos clorados (41%)	12.517 (60%)	98 % (12.268)	2 % (249) *	
Sistemas comunales (ASADAS)	0 acueductos clorados:		0 %	0 %	0%
	13 acueductos NO clorados (59%)	8.442 (40%)	22% (1.889)	7% (567)	71% (5.986)
TOTALES	22	20.959	(67,5 %) 14.157	(4 %) 816	(28,5 %) 5.986

*Corresponde al acueducto de Pueblo Nuevo de la Luisa de Sarchí Norte.

Fuente: Construcción propia a partir del Informe Munic-ESPH, 2013, p. 39; Anexo Munic- ESPH, 2013, p. 84 y el Informe CAARs, 2013, p.39, 90.

El otro ente operador lo conforman las ASADAS. En este cantón, los sistemas comunales administran cincuenta y dos acueductos, lo que representa el 93% de estos. En conjunto, abastecen a una población de 66.560 habitantes, es decir, el 83% de la población total. En Grecia es muy evidente que las ASADAS tienen especial importancia, no solo en el suministro de agua a la población, sino también en la administración del recurso hídrico.

De los 52 acueductos que administran las ASADAS, 23 son acueductos clorados y abastecen 42.000 personas: al 69% de ellas les proporcionan agua potable y al 31% agua sin evaluar. Los restantes 29 acueductos son NO clorados (ver anexo N°1), abastecen a 24.560 habitantes de los cuales al 8% se le brinda agua potable, al 9% agua NO potable y al 83% agua que no fue evaluada.

En resumen, durante el 2013, de los 80.560 habitantes que conformaban la población total de Grecia, 48% recibió agua de calidad potable, 10% agua de calidad NO potable y 42% fue abastecido con agua sin evaluar.

En el cantón de Poás, el servicio de distribución de agua en los hogares está a cargo de la municipalidad y las ASADAS. El ente municipal administra once acueductos, los cuales representan el 46% del total de los acueductos del cantón y abastece a 12.577 habitantes, lo que equivale al 52% de la población total del cantón. En cuanto a la calidad del agua, que distribuye la municipalidad, 100% de la población recibe agua de calidad potable.

El otro ente operador lo conforman trece ASADAS, que administran el 54% de los acueductos del cantón y en conjunto abastecen una población de 11.437 habitantes, es decir, 48% de la población total del cantón.

Cuadro N° 7
Cantidad y porcentajes de acueductos por ente operador y población abastecida, cantón de Grecia, 2013

Entes operadores	Número de acueductos	Población abastecida por cada ente operador (estimado)	% de población abastecida con agua potable	% de población abastecida con agua NO potable	% de población abastecida con agua SIN evaluar
A y A	No posee acueductos				
Municipalidades	3 acueductos clorados	12.600	63 % 7.875	37 % 4.725	
	1 acueducto NO clorado	1.400	0%	100 % 1.400	
	4 acueductos (7%)	14.000 (17%)	56% 7.875	44% 6.125	
Sistemas comunales (ASADAS)	23 acueductos clorados	42.000	69% 28.829	(0%)	31% (13.171)
	29 acueductos NO clorados	24.560	8% (1.940)	9% (2.208)	83% (20.412)
	52 acueductos (93%)	566.560 (83%)	46%	3%	51%
TOTALES	56	80.560	(48%) (38.644)	(10%) (8.333)	(42%) (33.583)

Fuente: Construcción propia a partir del Informe Munic-ESPH, 2013, p. 39,56; Anexo Munic-ESPH, 2013, p. 9,74 e Informe CAAR's, 2013, p.38, 53-54, 84-85.

Los trece acueductos son NO clorados (ver anexo N°1) y, en cuanto a la calidad del agua que distribuyen, el 56% de la población recibió agua de calidad potable, el 12% agua de calidad NO potable y el restante 32% agua que no fue evaluada.

En resumen, durante el 2013, para el cantón de Poás, de los 24.014 habitantes que conformaban la población total, el 79% recibió agua de calidad potable, 6% agua de calidad NO potable y 15% fue abastecido con agua sin evaluar.

Como se puede apreciar en el cuadro N°9, en el cantón de Atenas existen únicamente dos entes operadores: el AyA, que administra ocho acueductos, lo que representa 29% de la totalidad de los acueductos del cantón y abastece 18.066 personas, lo que equivale al 65% de la población total de la zona. En cuanto a la calidad del agua que distribuye, el 97% de la población que abastece recibe agua potable y un 3% recibe agua NO potable.

El otro ente operador lo constituyen las ASADAS, estas administran 20 acueductos, es decir, 71% del total de acueductos

Cuadro N° 8 Cantidad y porcentajes de acueductos por ente operador y población abastecida, cantón de Poás, 2013					
Entes operadores	Número de acueductos	Población abastecida por cada ente operador (estimado)	% de población abastecida con agua potable	% de población abastecida con agua NO potable	% de población abastecida con agua SIN evaluar
A y A	No posee acueductos				
Municipalidades	7 acueductos clorados	9.659	100%		
	4 acueductos NO clorados	2.918	100%		
	11 acueductos (46%)	12.577 (52%)	100%		
Sistemas comunales (ASADAS)	3 acueductos clorados	1.816	69% (1.249)	(0%)	31% (567)
	10 acueductos NO clorados	9.621 personas	54% (5.155)	14% (1.378)	32% (3.088)
	13 acueductos (54%)	11.437 (48%)	56%	12%	32%
TOTALES	24	24.014	(79%) (18.981)	(6%) (1.378)	(15%) (3.655)

Fuente: Construcción propia a partir del Informe Munic-ESPH, 2013, p. 39,50, 57; Anexo Munic-ESPH, 2013, p. 83, 84, 112 e Informe CAAR's, 2013, p.39, 56, 86, 87.

del cantón. Abastecen a 9.707 personas, lo cual representa 35% de la población total.

En cuanto a la calidad del agua que las ASADAS proporcionan a estos 9.707 habitantes, al 26% se les brinda agua de calidad potable, al 5% agua de calidad NO potable y al 69% agua sin evaluar.

En resumen, para el caso de Atenas, en el año 2013, de los 27.773 habitantes, que aproximadamente conformaban el total de su población, el 72% recibió agua de calidad potable, al 4% se le proporcionó agua de calidad NO potable y el 24% fue abastecido con agua sin evaluar.

4. CONCLUSIONES

Una de las principales conclusiones, que se deduce de este trabajo, es el papel que desempeñan los acueductos comunales o ASADAS en la Región de Occidente, no solo por la gran cantidad de acueductos que controlan y administran (82% del total de acueductos de la región), sino porque se encargan de abastecer de agua a más de la mitad de la población de los cantones de Occidente (53% del total de la población de la región).

Las ASADAS, al poseer la mayoría de los acueductos bajo su control, tienen la trascendental función de conservar y promover acciones tendientes a la sostenibilidad del recurso hídrico en la región, a mediano y largo plazo.

Con respecto a la calidad del agua, que se distribuye a la población, esta varía según el ente operador encargado de brindar el servicio.

Cuadro N° 9
Cantidad y porcentajes de acueductos por ente operador y población abastecida, cantón de Atenas, 2013

Entes operadores	Número de acueductos	Población abastecida por cada ente operador (estimado)	% de población abastecida con agua potable	% de población abastecida con agua NO potable	% de población abastecida con agua SIN evaluar
A y A	8 acueductos (29%)	18.066 (65%)	97% (17.477)	3% (589)*	
Municipalidades	No posee acueductos				
Sistemas comunales (ASADAS)	12 acueductos clorados	8.362	30% (255)	6 % (490)	64 % (5.318)
	8 acueductos NO clorados	1.345	0 %	0 %	100% (1.345)
	20 acueductos (71%)	Total: 9.707 (35%)	26 %	5%	69 %
TOTALES	28	27.773	(72%) 20.031	(4%) 1.079	(24%) 6.663

*Corresponde al acueducto Alto López. (Informe AyA, 2013, p. 74)

Fuente: Construcción propia a partir del Informe AyA, 2013, p. 154; Anexo AyA, 2013, p. 719 e Informe CAAR's, 2013, p.38, 54, 55, 85.

En el 2013, AyA brindó el mejor servicio, en San Ramón y Palmares, al 100% de la población que abastece le proporcionó agua de calidad potable. En el cantón de Atenas, un 97% recibió agua potable y un 3% agua de calidad NO potable.

En cuanto a las municipalidades, la calidad del servicio que brindan varía de un cantón a otro: en Naranjo, Alfaro Ruiz y Poás, al 100% de la población se le abastece agua de calidad potable. En Valverde Vega, al 98% y, en Grecia, tan solo al 56% de la población se le brindó agua de calidad potable.

En el caso de las ASADAS, la calidad del agua que proporcionan a las poblaciones es sumamente variada. En general, se aprecia una diferencia significativa entre la calidad del agua de los acueductos clorados y los NO clorados. Los acueductos clorados abastecen con agua de calidad potable a un porcentaje mucho más alto de la población, que en el caso de los acueductos NO clorados.

Por lo tanto, es necesario trabajar fuertemente y de manera urgente con las ASADAS, brindarles asesoría administrativa, financiera y capacitación en cuanto al manejo técnico y el mejoramiento de la calidad del agua que distribuyen, esto debido a que más de la mitad de la población de la región es abastecida por este tipo de acueductos comunales. Además, entre mejor sea el servicio y la calidad del agua que suministran las ASADAS, mejor será la salud y la calidad de vida en general de más de la mitad de la población de la Región de Occidente de Costa Rica.

REFERENCIAS

- Badilla, M. y Solórzano, W. (2010). *De Territorio a Región. Bases estructurales para la creación de las regiones Occidente y Norte de Costa Rica (1821- 1955)*. San José, Costa Rica: Sociedad Editora Alquimia 2000.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Laboratorio Nacional de Aguas. *Informe anual (AyA 2013): Control de la calidad del agua para consumo humano en los acueductos operados por AyA*. Publicado en Junio- 2014. Documento Digital. p. 170.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Laboratorio Nacional de Aguas. *Anexo informe anual (AyA 2013): Control de la calidad del agua para consumo humano en los acueductos operados por AyA*. Publicado en Mayo- 2014. Documento Digital. p. 1135.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Laboratorio Nacional de Aguas. *Informe anual (Munic. ESPH- 2013): Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en los acueductos operados por las municipalidades y la ESPH*. Publicado en Julio- 2014. Documento Digital. p. 95.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Laboratorio Nacional de Aguas. *Anexo informe anual (Munic. ESPH- 2013): Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en los acueductos operados por las municipalidades y la ESPH*. Publicado en Junio- 2014. Documento Digital. p. 465.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Laboratorio Nacional de Aguas. *Informe anual*

(CAAR,S2011-2013): Programa de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano suministrada en los acueductos rurales operados por comités administradores o asociaciones. Publicado en Agosto- 2014. Documento Digital. p. 212.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Laboratorio Nacional de Aguas. *Anexo informe anual (CAAR,S2011-2013): Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en los acueductos operados por comités administradores y asociaciones. Publicado en Junio- 2014. Documento Digital. p. 1476.*

Anexo N° 1
Acueductos comunales clorados y NO clorados por cantones,
y calidad de agua que brindan

SAN RAMÓN (Acueductos comunales clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	ALTO EL CARMEN DE PIEDADES SUR DE SAN RAMÓN	POTABLE
2	ALTO VILLEGAS DE VOLIO DE SAN RAMÓN	POTABLE
3	BAJO BARRANTES DE PIEDADES SUR DE SAN RAMÓN	POTABLE
4	BAJO LOS RODRÍGUEZ DE ÁNGELES DE SAN RAMÓN	POTABLE
5	BAJO RODRÍGUEZ DE LOS ÁNGELES DE SAN RAMÓN: SECTOR COOPER	POTABLE
6	BAJO ZÚÑIGA DE LOS ÁNGELES: SECTOR CALLE LAS GEMELAS	NO POTABLE
7	BERLÍN DE SAN RAFAEL: SECTOR CALLES VARGAS Y CHAVARRÍA	NO POTABLE
8	CALLE ALVARADO DE LLANO BRENES DE SAN RAFAEL	NO POTABLE
9	CALLE BARRANCA DE VOLIO DE SAN RAMÓN DE ALAJUELA	POTABLE
10	CALLE HERRERA DE LLANO BRENES DE SAN RAFAEL	POTABLE
11	CALLE LEÓN DE SANTIAGO DE SAN RAMÓN	POTABLE
12	CALLE PÉREZ DE LLANO BRENES DE SAN RAFAEL	NO POTABLE
13	CONCEPCIÓN DE SAN RAMÓN DE ALAJUELA	POTABLE
14	JAUURÍ DE PEÑAS BLANCAS DE SAN RAMÓN	SIN EVALUAR
15	LA ANGOSTURA O SAN JOSÉ DEL HIGUERÓN DE SANTIAGO	POTABLE
16	LA GUARIA DE SAN ISIDRO DE SAN RAMÓN	POTABLE
17	LA HACIENDA DE SAN RAFAEL DE SAN RAMÓN	POTABLE
18	LLANO BRENES DE SAN RAFAEL: SECTOR CALLE CENTRAL ABAJO	POTABLE
19	LLANO BRENES DE SAN RAFAEL: SECTOR CALLE CENTRAL ARRIBA	NO POTABLE
20	LLANO BRENES DE SAN RAFAEL: SECTOR NACIENTE JUAN CHAVARRÍA	POTABLE
21	PIEDES SUR DE SAN RAMÓN	POTABLE
22	POTRERILLOS DE PIEDADES SUR DE SAN RAMÓN	POTABLE
23	QUEBRADILLA, LA GUARIA Y SAN FRANCISCO DE PIEDADES SUR	POTABLE
24	RINCON OROZCO DE SAN RAFAEL: SECTOR NACIENTE FEDERICO OROZCO	POTABLE
25	RÍO JESÚS DE SANTIAGO DE SAN RAMÓN: SISTEMA ALBINO ROJAS	NO POTABLE
26	RÍO JESÚS DE SANTIAGO DE SAN RAMÓN: SISTEMA EMILIO HIDALGO	POTABLE
27	SAN ISIDRO DE SAN RAMÓN	POTABLE
28	SAN MIGUEL DE PIEDADES SUR DE SAN RAMÓN	POTABLE
29	SAN RAFAEL DE SAN RAMÓN	POTABLE
30	SAN RAFAEL DE SAN RAMÓN: SECTOR GAMBOA Y ALTO SALAS	POTABLE

31	SAN RAFAEL DE SAN RAMÓN: SECTOR LA ESTRELLA	POTABLE
32	SAN RAFAEL DE SAN RAMÓN: SISTEMA	POTABLE
33	SANTIAGO DE SANTIAGO CENTRO Y NORTE: SECTOR BENJAMIN	POTABLE
34	VOLIO DE SAN RAMÓN DE ALAJUELA	POTABLE
35	ÁNGELES SUR DE SAN RAMÓN: SECTOR NORTE	POTABLE
36	ÁNGELES SUR DE SAN RAMÓN: SECTOR SUR	POTABLE
FUENTE: Informe CAAR's, 2013, p. 52- 53.		

SAN RAMÓN (Acueductos comunales NO clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	BAJO ZÚÑIGA DE LOS ÁNGELES DE SAN RAMÓN	NO POTABLE
2	BERLÍN DE SAN RAFAEL DE SAN RAMÓN	POTABLE
3	BERLÍN DE SAN RAFAEL DE SAN RAMÓN: SECTOR DOÑO	POTABLE
4	BOSQUE (SAN MARTÍN) DE PEÑAS BLANCAS	POTABLE
5	BURRITO (SAN FRANCISCO) DE PEÑAS BLANCAS	SIN EVALUAR
6	CALLE ZAMORA DE SAN RAFAEL DE SAN RAMÓN	NO POTABLE
7	CALLE ZAMORA DE SAN RAMÓN: SECTOR LOS MONTERO	POTABLE
8	CARRERA BUENA DE ZAPOTAL DE SAN RAMÓN	NO POTABLE
9	CASTILLO DE PEÑAS BLANCAS DE SAN RAMÓN	POTABLE
10	CERRO ALEGRE DE CHACHAGUA DE PEÑAS BLANCAS	POTABLE
11	CHACHAGUA DE PEÑAS BLANCAS DE SAN RAMÓN	POTABLE
12	INVU, SAN RAFAEL Y SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS (SAN RAMÓN)	POTABLE
13	LAS DELICIAS DE PEÑAS BLANCAS DE SAN RAMÓN	SIN EVALUAR
14	LOS CRIQUES DE LOS ÁNGELES DE SAN RAMÓN	POTABLE
15	MILLÓN DE PEÑAS BLANCAS DE SAN RAMÓN	SIN EVALUAR
16	PARCELAS Y EL CARMEN (LAS BRUJAS) DE PEÑAS BLANCAS	SIN EVALUAR
17	RINCÓN OROZCO DE SAN RAFAEL: SECTOR POZO Y NACIENTE EL MONTE	SIN EVALUAR
18	SALVADOR DE PIEDADES SUR DE SAN RAMÓN	NO POTABLE
19	SAN ANTONIO DE ZAPOTAL DE SAN RAMÓN	NO POTABLE
20	SANTA GERTRUDIS DE PEÑAS BLANCAS DE SAN RAMÓN	SIN EVALUAR
21	SANTIAGO DE SAN RAMÓN: SECTOR CENTRO Y NORTE	NO POTABLE
22	SANTIAGO DE SAN RAMÓN: SECTOR SUR	NO POTABLE
23	SANTIAGO DE SANTIAGO CENTRO Y NORTE: SECTOR PRINCIPAL	POTABLE
24	SOCORRO DE PIEDADES SUR DE SAN RAMÓN	NO POTABLE
25	VALLE AZUL DE LOS ÁNGELES DE SAN RAMÓN	POTABLE
26	VALLE AZUL, CRIQUES, PROGRESO Y PUEBLO NUEVO DE SAN RAMÓN	NO POTABLE
FUENTE: Informe CAAR's, 2013, p.83- 84.		

PALMARES (Acueductos comunales clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	CANDELARIA DE PALMARES: SECTOR IGLESIA ABAJO	POTABLE
2	CANDELARIA DE PALMARES: SECTOR IGLESIA ARRIBA	POTABLE
3	QUEBRADA DE ZARAGOZA	POTABLE
4	RINCÓN DE ZARAGOZA	POTABLE
5	RINCÓN DE ZARAGOZA: SECTOR CALLE CÉSPEDES Y CALLE VÁSQUEZ	POTABLE
6	RINCÓN DE ZARAGOZA: SECTOR CALLE VÁSQUEZ	POTABLE
7	SANTIAGO DE PALMARES: CENTRO	POTABLE
8	SANTIAGO DE PALMARES: SECTOR ALTO LA CHOLA	POTABLE
9	SANTIAGO DE PALMARES: SECTOR EL RINCÓN	POTABLE
10	SANTIAGO DE PALMARES: SECTOR MINA Y MORA	POTABLE
11	SANTIAGO DE PALMARES: SECTOR RINCÓN Y CENTRO	SIN EVALUAR

FUENTE: Informe CAARs, 2013, p. 55- 56.

PALMARES (Acueductos comunales NO clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	LOS MORA DE SANTIAGO DE PALMARES	SIN EVALUAR

FUENTE: Informe CAARs, 2013, p. 86.

NARANJO (Acueductos comunales clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	CALLE SOLÍS DE LLANO BONITO DE CIRRÍ SUR: SECTOR ABAJO	SIN EVALUAR
2	CALLE SOLÍS DE LLANO BONITO DE CIRRÍ SUR: SECTOR ARRIBA	SIN EVALUAR
3	CIRRÍ SUR Y BAJO ARRIETA DE CIRRÍ SUR DE NARANJO	SIN EVALUAR
4	CONCEPCIÓN OESTE DE NARANJO: SECTOR OESTE	SIN EVALUAR
5	DULCE NOMBRE DE NARANJO	POTABLE
6	EL CRUCE DE CIRRÍ SUR DE NARANJO	SIN EVALUAR
7	EL MURO DE SAN JUAN DE NARANJO	SIN EVALUAR
8	LA PALMITA DE CIRRÍ SUR DE NARANJO: SECTOR CENTRAL	POTABLE
9	LA PALMITA DE CIRRÍ SUR DE NARANJO: SECTOR LA TROCHA	NO POTABLE
10	ROSARIO DE NARANJO	POTABLE
11	SAN JUAN DE NARANJO	SIN EVALUAR
12	SAN MIGUEL DE NARANJO	POTABLE
13	SAN ROQUE DE NARANJO	SIN EVALUAR
14	SANTA MARGARITA DE ROSARIO DE NARANJO	POTABLE

FUENTE: Informe CAARs, 2013, p. 55.

NARANJO (Acueductos comunales NO clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	CALLE VALVERDE Y CALLE RINCÓN DE CIRRI SUR	SIN EVALUAR
2	CALLE VIEJA DE SAN JUAN DE NARANJO	POTABLE
3	CAÑUELA ABAJO DE SAN JOSÉ DE NARANJO	SIN EVALUAR
4	CAÑUELA ARRIBA DE SAN JOSÉ DE NARANJO	SIN EVALUAR
5	CIRRI NORTE ARRIBA DE CIRRI SUR DE NARANJO	SIN EVALUAR
6	CIRRI SUR DE NARANJO: SECTOR NACIENTE JULIO BARRANTES	SIN EVALUAR
7	CONCEPCIÓN DE NARANJO	SIN EVALUAR
8	CONCEPCIÓN DE NARANJO: SECTOR NACIENTE LA BOMBA	SIN EVALUAR
9	GUARUMAL DE RÍO GRANDE DE SAN JUAN DE NARANJO	SIN EVALUAR
10	LA ISLA DE CIRRI SUR: SISTEMA NUEVO (ARRIBA)	SIN EVALUAR
11	LA ISLA DE CIRRI SUR: SISTEMA VIEJO (ABAJO)	SIN EVALUAR
12	LA TROCHA DE PALMITA DE CIRRI SUR DE NARANJO	SIN EVALUAR
13	LINDA VISTA DE SAN MIGUEL DE NARANJO	SIN EVALUAR
14	LLANO BONITO DE NARANJO	SIN EVALUAR
15	LOS ROBLES DE SAN JERÓNIMO DE NARANJO: SECTOR CENTRAL	POTABLE
16	LOS ROBLES DE SAN JERÓNIMO: SECTOR NACIENTES LAS MALVINAS	POTABLE
17	LOS ROBLES SAN JERÓNIMO DE NARANJO: SECTOR ABAJO	POTABLE
18	LOURDES ABAJO DE CIRRI SUR DE NARANJO	SIN EVALUAR
19	LOURDES ARRIBA DE CIRRI SUR DE NARANJO	SIN EVALUAR
20	PALMITOS DE NARANJO DE ALAJUELA	SIN EVALUAR
21	SAN ANTONIO DE SAN JOSÉ DE NARANJO: SECTOR EL LLANO	POTABLE
22	SAN ANTONIO DE SAN JOSÉ DE NARANJO: SECTOR ZARCERO	POTABLE
23	SAN ANTONIO DE SAN JUAN DE NARANJO	SIN EVALUAR
24	SAN JOSÉ DE NARANJO: SECTOR NACIENTE LA PICADA	SIN EVALUAR
25	SAN JOSÉ DE NARANJO: SECTOR NACIENTE SIXTO OSMAN SÁNCHEZ	SIN EVALUAR
26	SAN MIGUEL ARRIBA DE NARANJO: SECTOR ESTE	SIN EVALUAR
27	SAN MIGUEL ARRIBA DE NARANJO: SECTOR OESTE	SIN EVALUAR
FUENTE: Informe CAARs, 2013, p. 85- 86.		

ALFARO RUIZ (Acueductos comunales clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	LAGUNA DE ALFARO RUIZ	POTABLE
2	LAGUNA DE ALFARO RUIZ: SECTOR JULIO ARGÜELLO	POTABLE

3	PALMIRA DE ALFARO RUIZ: PARTE ALTA, SECTOR NACIENTE ASAJARES	SIN EVALUAR
4	PALMIRA DE ALFARO RUIZ: SECTOR NACIENTE OLGA ALVARADO	SIN EVALUAR
5	PICADA O PUEBLO NUEVO DE PALMIRA DE ALFARO RUIZ	POTABLE
6	SAN LUIS DE GUADALUPE DE ZARCERO: PARTE ALTA	POTABLE
7	SAN LUIS DE GUADALUPE DE ZARCERO: PARTE BAJA	POTABLE
8	ZAPOTE DE ALFARO RUIZ	POTABLE

FUENTE: *Informe CAAR's, 2013, p. 57- 58.*

ALFARO RUIZ (Acueductos comunales NO clorados)

Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	ANATERI DE GUADALUPE DE ALFARO RUÍZ	SIN EVALUAR
2	EL CARMEN DE LAGUNA DE ALFARO RUÍZ	SIN EVALUAR
3	LA LEGUA DE LAS BRISAS DE ALFARO RUÍZ	SIN EVALUAR
4	PALMIRA DE ALFARO RUIZ: SECTOR NACIENTE PUEBLO NUEVO	POTABLE
5	SAN JUAN DE LAJAS DE ZAPOTE DE ALFARO RUIZ	SIN EVALUAR
6	SANTA ROSA Y LOS ÁNGELES DE LAS BRISAS DE ALFARO RUIZ	SIN EVALUAR
7	TAPEZCO DE ALFARO RUIZ	POTABLE
8	TAPEZCO DE ALFARO RUIZ: SECTOR CALLE REAL	POTABLE
9	TAPEZCO DE ALFARO RUIZ: PARTE ALTA	POTABLE

FUENTE: *Informe CAAR's, 2013, p. 90.*

VALVERDE VEGA (Acueductos comunales clorados)

Nombre del Acueducto		Calidad del agua
	NINGUNO	

VALVERDE VEGA (Acueductos comunales NO clorados)

Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	ALTO CASTRO DE SARCHÍ SUR: SECTOR NACIENTE MARINO HIDALGO	POTABLE
2	ALTO CASTRO DE SARCHÍ SUR: SECTOR NACIENTE TRAPICHE	POTABLE
3	BAJOS DEL TORO DE TORO AMARILLO	SIN EVALUAR
4	CALLE CONCHA: SECTORES CALLE SAN PEDRO Y CINCO MANZANAS	NO POTABLE
5	INVU LOS ÁNGELES DE SARCHÍ NORTE	SIN EVALUAR

6	SAN JOSÉ DE TROJAS DE SAN PEDRO: SECTOR CENTRO	SIN EVALUAR
7	SAN JOSÉ DE TROJAS DE SAN PEDRO: SECTOR EL TEMPLO	SIN EVALUAR
8	SAN JOSÉ DE TROJAS DE SAN PEDRO: SECTOR SAN LUIS	SIN EVALUAR
9	SAN JOSÉ DE TROJAS DE SAN PEDRO: SECTOR SAN PEDRO	SIN EVALUAR
10	SAN PEDRO DE VALVERDE VEGA: SECTOR NORTE	SIN EVALUAR
11	SAN PEDRO DE VALVERDE VEGA: SECTOR SUR	SIN EVALUAR
12	SAN RAFAEL DE SARCHÍ	SIN EVALUAR
13	TORO AMARILLO	SIN EVALUAR
FUENTE: Informe CAAR's, 2013, p. 90.		

GRECIA (Acueductos comunales clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	CAJÓN DE BOLÍVAR DE GRECIA	POTABLE
2	CEDRO DE SAN JOSÉ DE GRECIA	SIN EVALUAR
3	CRISTO REY DE SAN ROQUE: PARTE BAJA	SIN EVALUAR
4	CRISTO REY DE SAN ROQUE: SECTOR CENTRO	SIN EVALUAR
5	LOS ÁNGELES Y LA VIRGENCITA DE BOLÍVAR DE GRECIA	POTABLE
6	PUENTE DE PIEDRA DE GRECIA	SIN EVALUAR
7	RIO CUARTO DE GRECIA: SECTOR CARRIZAL	SIN EVALUAR
8	RÍO CUARTO DE GRECIA	SIN EVALUAR
9	SAN ISIDRO DE GRECIA: CENTRO	POTABLE
10	SAN ISIDRO DE GRECIA: SECTOR ACHIOTE Y PROGRESO	POTABLE
11	SAN ISIDRO DE GRECIA: SECTORES CALLE HIGUERILLAYEL PROGRESO	POTABLE
12	SAN ISIDRO DE GRECIA: SECTORES QUIZARRAZAL Y CARBONAL	POTABLE
13	SAN JUAN DE BOLÍVAR DE GRECIA: SECTOR NORTE	POTABLE
14	SAN JUAN DE BOLÍVAR DE GRECIA: SECTOR SUR	POTABLE
15	SAN ROQUE DE GRECIA	POTABLE
16	SAN VICENTE DE GRECIA	POTABLE
17	SANTA GERTRUDIS NORTE DE GRECIA	POTABLE
18	SANTA GERTRUDIS SUR DE SAN JOSÉ: CENTRO	POTABLE
19	TACARES SUR DE TACARES: CENTRO	POTABLE
20	TACARES SUR DE TACARES: SECTOR CARRILLOS	POTABLE
21	TACARES SUR DE TACARES: SECTOR PERIFERICO	POTABLE
22	TACARES SUR: SECTOR CALLE FLORES ARRIBA	POTABLE
23	URBANIZACIÓN LA HILDA E HIGUERONES DE SAN ROQUE	POTABLE
FUENTE: Informe CAAR's, 2013, p. 53- 54.		

GRECIA (Acueductos comunales NO clorados)		
	Nombre del Acueducto	Calidad del agua
1	BARRIO LATINO DE SAN ROQUE DE GRECIA	SIN EVALUAR
2	BODEGAS DE TACARES DE GRECIA	SIN EVALUAR
3	CALLE LOS MURILLO DE SAN LUIS DE BOLÍVAR	SIN EVALUAR
4	CALLE RODRÍGUEZ Y CALLE SAN JOSÉ DE GRECIA	SIN EVALUAR
5	CARRIZAL, LOS ÁNGELES Y SAN GERARDO DE RÍO CUARTO	SIN EVALUAR
6	COLONIA DEL TORO DE RÍO CUARTO	SIN EVALUAR
7	CRUCERO DE RÍO CUARTO DE GRECIA	SIN EVALUAR
8	EL CARMEN DE RÍO CUARTO	NO POTABLE
9	EL RUBY DE RÍO CUARTO DE GRECIA	SIN EVALUAR
10	LA ARENA DE SAN JOSÉ DE GRECIA	SIN EVALUAR
11	LA FLOR DE RÍO CUARTO DE GRECIA	SIN EVALUAR
12	LA VICTORIA DE RÍO CUARTO DE GRECIA	SIN EVALUAR
13	LOS ÁNGELES DE PATAGALLO DE RÍO CUARTO	SIN EVALUAR
14	PILAS DE TACARES DE GRECIA	SIN EVALUAR
15	RÍO CUARTO Y EL CARMEN DE RÍO CUARTO	SIN EVALUAR
16	SAN LUIS ARRIBA DE BOLÍVAR DE GRECIA	SIN EVALUAR
17	SAN LUIS DE BOLÍVAR DE GRECIA: SISTEMA 3	SIN EVALUAR
18	SAN LUIS DE BOLÍVAR DE GRECIA: SISTEMA 4	SIN EVALUAR
19	SAN LUIS DE BOLÍVAR: CENTRO	SIN EVALUAR
20	SAN MIGUEL DE SAN ROQUE DE GRECIA	SIN EVALUAR
21	SANTA GERTRUDIS SUR DE SAN JOSÉ: SECTOR URB. ANÍBAL GONZÁLEZ	SIN EVALUAR
22	SANTA ISABEL Y SAN RAFAEL DE RÍO CUARTO	SIN EVALUAR
23	SANTA RITA DE RÍO CUARTO: CALLE EL PROGRESO	SIN EVALUAR
24	SANTA RITA DE RÍO CUARTO: CENTRO	POTABLE
25	URBANIZACIÓN ALTA VISTA DE BOLÍVAR DE GRECIA	SIN EVALUAR
26	URBANIZACIÓN EL ROBLE DE SAN MIGUEL DE GRECIA	SIN EVALUAR
27	URBANIZACIÓN EL TRAPICHE DE TACARES NORTE	SIN EVALUAR
28	URBANIZACIÓN SUEÑOS LATINOS DE SAN ROQUE	SIN EVALUAR
29	VICTORIA, MERCED Y PINAR DE RÍO CUARTO	SIN EVALUAR
FUENTE: Informe, CAAR's, 2013, p. 84- 85.		

POÁS (Acueductos comunales clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	CALLE LILES DE SAN RAFAEL DE POÁS	SIN EVALUAR
2	SANTA ROSA DE SAN RAFAEL DE POÁS	POTABLE
3	SANTA ROSA DE SAN RAFAEL DE POÁS: PARTE ALTA	POTABLE

FUENTE: Informe CAAR's, 2013, p. 56.

POÁS (Acueductos comunales NO clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	BAJO POÁS DE CARRILLOS	SIN EVALUAR
2	CALLE SAN JOSÉ DE SAN PEDRO DE POÁS	SIN EVALUAR
3	CARRILLOS ALTO DE POÁS	POTABLE
4	CARRILLOS ALTO DE POÁS: CENTRO	NO POTABLE
5	CARRILLOS ALTO DE POÁS: SECTORES SONORA Y BARRIO JESÚS	SIN EVALUAR
6	CARRILLOS BAJO DE POÁS: SECTOR CALLE NUEVA	POTABLE
7	CARRILLOS BAJO DE POÁS: SECTOR CUATRO ESQUINAS	POTABLE
8	HACIENDA LA HILDA DE SAN PEDRO DE POÁS	NO POTABLE
9	SAN JUAN NORTE DE POÁS	SIN EVALUAR
10	SAN JUAN NORTE DE SAN JUAN: SECTOR NACIENTE MARSALLES	SIN EVALUAR

FUENTE: Informe CAAR's, 2013, p. 86- 87.

ATENAS (Acueductos comunales clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	ALTO NARANJO DE SAN ISIDRO DE ATENAS: CENTRO	SIN EVALUAR
2	ALTO NARANJO DE SAN ISIDRO: SECTOR CALLE ALTO Y BAJILLO	SIN EVALUAR
3	ALTO NARANJO DE SAN ISIDRO: SECTOR CALLE POCITOS	SIN EVALUAR
4	BALSA DE CONCEPCIÓN DE ATENAS	NO POTABLE
5	BARRIO JESÚS DE ATENAS	SIN EVALUAR
6	BARRIO SAN JOSÉ DE ATENAS	POTABLE
7	ESCOBAL DE ATENAS: CENTRO	SIN EVALUAR
8	KILÓMETRO 51 DE ESCOBAL DE ATENAS	SIN EVALUAR
9	MORAZÁN DE SAN ISIDRO	POTABLE
10	PLANCILLO DE BARRIO MERCEDES DE ATENAS	SIN EVALUAR
11	SAN ISIDRO Y B° MERCEDES DE ATENAS	SIN EVALUAR
12	URBANIZACIÓN VILLA PICA FLORA EN ATENAS	SIN EVALUAR

FUENTE: Informe CAAR's, 2013, p. 54- 55.

ATENAS (Acueductos comunales NO clorados)		
Nombre del Acueducto		Calidad del agua
1	EL ALTO DEL MONTE DE ATENAS	SIN EVALUAR
2	ESTANQUILLOS DE JESÚS DE ATENAS: PARTE ALTA	SIN EVALUAR
3	ESTANQUILLOS DE JESÚS DE ATENAS: PARTE BAJA	SIN EVALUAR
4	ESTANQUILLOS DE JESÚS DE ATENAS: SECTOR QUEBRADA HONDA	SIN EVALUAR
5	GUÁCIMOS DE JESÚS DE ATENAS	SIN EVALUAR
6	RINCÓN SUÁREZ DE SAN ISIDRO DE ATENAS	SIN EVALUAR
7	VISTA ATENAS DE ATENAS	SIN EVALUAR
8	ZAPOTE DE ESTANQUILLOS DE JESÚS DE ATENAS	SIN EVALUAR
<i>FUENTE: Informe CAAR's, 2013, p.85.</i>		

ACERCA DE LOS AUTORES

William Solórzano Vargas. Profesor de la Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. Investigador del Centro de Investigaciones sobre Diversidad Cultural y Estudios Regionales (CIDICER), Universidad de Costa Rica.

Maynor Badilla Vargas. Profesor de la Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. Investigador del Centro de Investigaciones sobre Diversidad Cultural y Estudios Regionales (CIDICER), Universidad de Costa Rica.

CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN GRECIA: INVESTIGACIÓN Y RESULTADOS, PERÍODO 2012-2014

QUALITY OF DRINKING WATER IN GRECIA: INVESTIGATION AND RESULTS, 2012- 2014

John Diego Bolaños Alfaro

Palabras clave

Calidad de agua, potabilidad, ASADAS, Gestión de Recursos Hídricos.

Keywords

Water quality, potability, ASADAS, Water Resources Management.

Resumen

El acceso al agua potable es un derecho humano universal, de dominio público y carácter inalienable; no obstante, su abastecimiento no necesariamente se cumple en calidad o cantidad, tal situación claramente tiene repercusiones en su función ecológica y de salud pública.

Al fomentar nuestro derecho a contar con un recurso potable y atender el deber de asegurarlo para la población, la Universidad de Costa Rica, desde el Recinto de Grecia, opta por propiciar una cultura de cuidado y resguardo de la materia de aguas. A partir del proyecto de investigación 540-B1-227 se controlan y estudian variables de calidad del agua y sus resultados se convierten en indicadores del estado de la calidad del agua, que tienen como fin, proyectar información sobre las actividades de desarrollo para el cantón como medio de planificación y resguardo del recurso.

Dadas las mejoras en los procesos de cloración propuestos desde el proyecto, se promueven cambios necesarios que aseguran la reducción de microorganismos indicadores de contaminación, reducción que alcanza, para el 2014, una ausencia de coliformes fecales del 93% en la red de estudio, esto mejora sustancialmente la calidad del agua potable que se le brinda a la comunidad.

Finalmente, se apuesta por educar y hacer partícipes a las personas que representan los distintos entes administradores del cantón con el fin de facilitar

la integración de esfuerzos y asegurar logros comunes en torno a la gestión del agua, lo cual propicia un cambio de cultura.

Abstract

Access to drinking water is an inalienable universal human right belonging to the public domain. In cases where the quality or quantity of water supply is inadequate, this can impact on its ecological and sanitary functions. In the interest of promoting the right to drinking water and securing this for the population, the Grecia branch of the Universidad de Costa Rica has undertaken the promotion of a culture of protection and the safeguarding of water resources through a research project in which drinking water quality variables were recorded and analyzed. The data collected served as indicators of the quality of the water and were used in projections of the canton's economic activities in order to properly plan and safeguard this resource.

Those changes necessary to ensuring the reduction of pollutant microorganisms were then promoted. The proposed improvements in chlorine processes resulted in an absence of fecal coliforms in 93% of the aqueduct network under study, significantly enhancing the quality of the drinking water supplied to the community.

Finally, representatives from the various administrative bodies from the local government received training and were called on to participate in order to facilitate the integration of the initiatives and to consolidate common achievements, so promoting the necessary changes in culture of water management.

1. INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable es un derecho humano universal, en Costa Rica es un bien considerado de dominio público, según dicta el artículo N°1 de la Ley 276, denominada Ley de Agua y el artículo 50 de la Ley 7554, llamada Ley Orgánica del Ambiente; el abastecimiento de agua potable insuficiente o inadecuado implica riesgos que representan un problema constante sobre la salud.

La Organización Mundial de la Salud (2004) estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo son causadas por la falta de recurso hídrico potable, lo cual se convierte en una de las principales problemáticas, sobre todo en niños y personas inmuno deprimidas. Los aportes científicos, con investigaciones como la presente, pretenden mantener una alerta en el contexto global, en el que nuestro país, a pesar de tener políticas relacionadas con el recurso hídrico (algunas “obsoletas” por su larga data, como es el caso de la Ley de Aguas), no posee aún todas las herramientas que le permitan organizar esfuerzos para satisfacer las necesidades básicas de todos los habitantes.

Como recurso vital para el ser humano, el derecho al agua potable y su saneamiento, forman parte de nuestro patrimonio normativo, como por ejemplo, los decretos *30480-MINAE* y *Decreto 32327-S*, en los que se cataloga el acceso al agua como un derecho humano inalienable, cuya gestión debe regirse por un principio de equidad y solidaridad social intergeneracional, dado que, además, tiene una función ecológica como fuente de vida y su calidad debe estar claramente establecida y conocida por los usuarios, para evitar problemas de salud pública.

Frente a este marco normativo y dada la realidad que vive la gestión del agua en el país, se debe optar, entonces, por una cultura del desarrollo sostenible en materia de aguas, donde la investigación, el control y el estudio de las variables hídricas se conviertan en indicadores del estado del recurso y, así, sirvan para proyectar la información como motores de desarrollo por considerables en el tiempo. La ONU, en el 2003, expresó que, sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir por mucho tiempo. La mayoría de las enfermedades relacionadas con el agua se presentan en los países en vías de desarrollo. Se ha estimado que, para el 2015, más de dos billones de personas fueron afectadas por la escasez del agua en unos cuarenta países, de estos un billón no tuvo suficiente agua para tomar (OMS/UNICEF, 2010).

En las próximas décadas, se proyecta un incremento sustancial de las demandas de agua debido esencialmente al crecimiento demográfico, al desarrollo industrial y al incremento en el uso de agua para la agricultura y subsistencia. La situación es más compleja cuando se analizan de manera integral aspectos relacionados con las reservas de agua subterránea, las cuales son sobreexplotadas, alterando la dinámica natural de los acuíferos (Pacheco, 2006).

Con base en lo planteado, ¿cómo podemos gestionar los recursos hídricos localmente, sin ejercer impactos en el ámbito global?. La respuesta es sencilla: conociendo adecuadamente la calidad del recurso hídrico en uso. Esta investigación denota un estudio sobre la calidad del agua potable en el cantón de Grecia de la provincia de Alajuela; donde el lector puede enterarse sobre las ventajas de conocer el estado de la calidad del agua y la forma en que los aportes de un monitoreo pueden colaborar en la gestión integral del recurso hídrico comunal, pensando en una aplicación práctica en todo el país.

Según indica Astorga (2013), en el XIX Informe del Estado de la Nación, para el 2012 la cobertura de agua potable en el país fue de 92,0%, mientras que solo un 75,3% de esa cobertura fue sometida a control de calidad.

Por esta razón, a partir de agosto del 2011, desde el Recinto de Grecia, con ayuda de distintos actores, entre los más destacados el Laboratorio de Aguas de Acueductos y Alcantarillados, la Municipalidad de Grecia, UNAGUAS y las ASADAS que la conforman, entre otras instancias, se propuso establecer un monitoreo periódico del agua potable del cantón de la zona, inscrito como proyecto de investigación en la Universidad de Costa Rica. Esta investigación se desarrolló durante un período de tres años y tuvo como principal logro una mejora significativa sobre la calidad del agua, así como una sobresaliente valoración

del recurso hídrico en las ASADAS, las cuales atendieron todos los problemas asociados con dicho recurso.

El interés actual que tiene el agua permitió presentar y atender, en algunos, casos la mala gestión que se venía realizando sobre un recurso tan importante. Corregir o evitar esas problemáticas hace la diferencia entre asegurar el recurso o convertirlo en un bien demanial escaso.

2. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

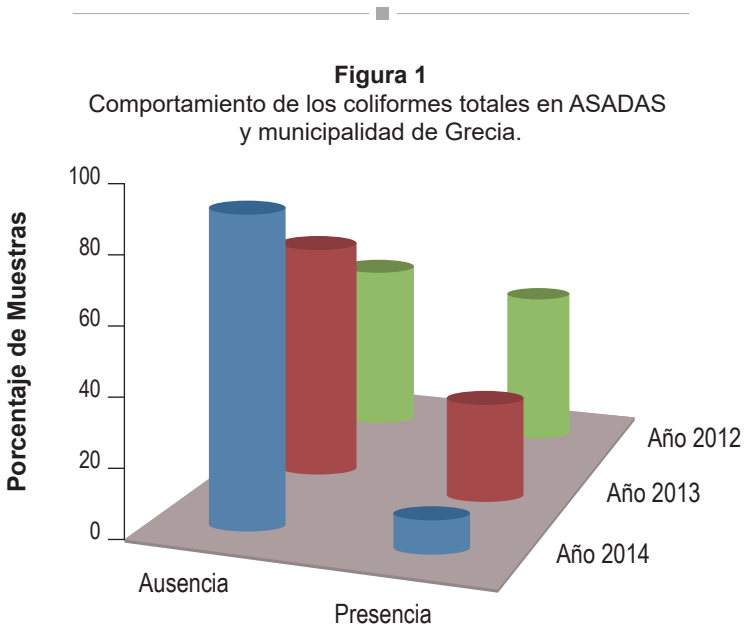
Para asegurar veracidad en las determinaciones físicoquímicas y microbiológicas se desarrollaron procedimientos analíticos, previa capacitación del personal científico universitario en el Laboratorio Nacional de Aguas, mediante convenio UCR-AyA. Esto resultó en un proceso de estandarización y validación de métodos, antes de dar inicio al monitoreo de la calidad del agua. En el mes de noviembre de 2011, aplicando buenas prácticas de trabajo en el laboratorio y aseguramiento de la calidad durante la recolección de muestras, se establecieron determinaciones cualitativas y cuantitativas, parámetros físicoquímicos, siguiendo el Standard Methods for The Examination of Water and wastewater (2012), señalado por Bolaños (2013), y un Manual de Procedimientos del Proyecto N°540-B1-227, que contiene las determinaciones de pH, color, conductividad, salinidad, turbidez, sabor, olor, alcalinidad, dureza, cloruros, cloro residual libre y total, sulfatos, nitratos, sodio, calcio, magnesio, potasio, coliformes totales y E.Coli, y que se encuentra ubicado en el Laboratorio de Química de la Universidad de Costa Rica, en su Recinto de Grecia.

Se desarrolló, en cada punto de muestreo, un promedio de dieciocho determinaciones analíticas (físicas, químicas y microbiológicas), realizadas dos veces al año en promedio, para un total aproximado de más de 5000 resultados analíticos, estudio gratuito para la comunidad, realizado con el único fin de

caracterizar el agua del cantón y dar a conocer su calidad como recurso en uso.

El proyecto, una vez ejecutado, promueve cambios necesarios en la administración, relacionados con la gestión del agua, que ayudan a evitar procesos de contaminación y a tomar las medidas necesarias para mantener o alcanzar los parámetros de calidad del agua dentro de los rangos establecidos en la normativa (Decreto 39144-S), a partir de la detección con indicadores ambientales o de salud, científicamente comprobados y cuantificados analíticamente.

La figura N°1 muestra la reducción de microorganismos, indicadores de contaminación, como resultado de las mejoras en los procesos de cloración, los cuales eran insuficientes en la mayoría de los sitios muestreados en los años 2012 y 2013. Ya para



Fuente: (Bolaños, 2014)

el año 2014, la ausencia de coliformes totales aumenta a un 93%, contra un 53% en el 2012, lo que permite asegurar que este tipo de trabajos investigativos colaboran en la mejora de la calidad del agua potable que se le brinda a la comunidad.

En materia de seguridad hídrica, el trasfondo investigativo requirió del monitoreo de la red de distribución (nacientes, tanques de almacenamiento, red de distribución y usuarios finales), con la debida recopilación de datos físicoquímicos y bacteriológicos que consiguieron caracterizar incluso estadísticamente cada uno de los sitios estudiados, los cuales suman cerca del 25% de la red del cantón de Grecia.

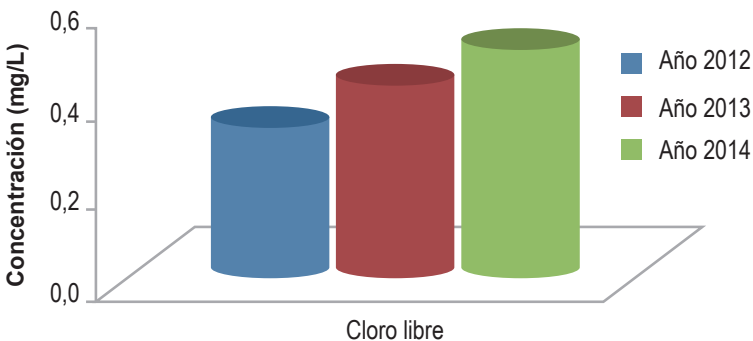
Las estadísticas y los resultados a la fecha han permitido afrontar problemas, no solo en las ASADAS, sino incluso en el propio municipio. Entre las principales situaciones se pueden mencionar: la vulnerabilidad de las nacientes en términos de contaminación *in situ*, con desechos sólidos y lixiviados, defectuosos procesos de cloración en la red de distribución y contaminación con coliformes totales en varios sitios estudiados (Bolaños, 2014). Ante esto, se tomó una serie de medidas, por ejemplo, la inclusión de acciones para regular el pH del agua en nacientes que, según la estación del año, se tornan más ácidas y, por ende, con valores inferiores a los normados. Además, se recomendó el uso de sacos de piedra caliza en el fondo de los tanques donde brota el agua subterránea, entre otras acciones que, junto con la capacitación, permiten desarrollar el oficio de manera idónea y segura para los abonados.

Empoderar a la población con información y estadísticas, así como con conocimientos en materia de agua fue una de las metas del proyecto. En el mes de mayo de 2012, en el marco de las VIII Jornadas de Investigación, en el Recinto de Grecia, se invitaron, además de estudiantes y docentes, a miembros de la comunidad interesada (ASADAS y Municipalidad de Grecia,

principalmente), se les facilitó los resultados como parte de la divulgación y sensibilización de los alcances y metas del proyecto de investigación. Asimismo, en agosto de 2012, con la idea de promover un cambio de cultura en materia de gestión hídrica, se realizó un taller con las ASADAS, donde se les explicó la importancia de conocer los parámetros de calidad del agua determinados a nivel de la investigación, con el fin de que se puedan entender los informes técnicos que reciben, así como de las alertas tempranas que deben significar esos resultados.

No cabe duda que mejorar el conocimiento científico y ofrecer datos actuales a las ASADAS permite a los actores ser protagonistas de ese cambio fundamental de pensamiento y acción, en el que se requiere saber cuál debe ser la correcta forma de utilizar el agua, esto al considerar el recurso como un insumo agotable. Así, por ejemplo, se puede notar que el proceso de cloración, una vez entendida su trascendencia, se mejoró considerablemente. Como se observa en la figura N°2, alcanzó, para el 2014, una concentración segura respecto a la desinfección

Figura 2
Comportamiento de los resultados del parámetro de cloro libre.



Fuente: Elaboración propia del autor (2014).

patogénica, lo cual significa que, como variable directamente correlacionada, cumple su finalidad principal.

En todo momento, durante el período denotado, la institución, como ente educador, promueve el interés y la participación de las instituciones públicas y privadas en el ámbito cantonal, regional, nacional e incluso latinoamericano. Lo anterior, con el fin de facilitar el intercambio y la comunicación entre actores, para que incidan en el desarrollo y creación de sociedades estratégicas que nos permitan integrar esfuerzos para la obtención de logros comunes en este contexto global cambiante.

Para ello, el Recinto Universitario de Grecia, como institución académica generadora de conocimientos y siempre con la convicción de mejorar la valoración del agua, desde la perspectiva de su utilización, se da a la tarea de evidenciar de manera crítica y constructiva, las problemáticas que dicho recurso representaba para la comunidad de estudio.

Luego de casi un año de trabajo de campo, de manera formal se dan a conocer al público los resultados parciales más relevantes en el II Coloquio Internacional sobre diversidad cultural y estudios regionales, en octubre del 2012, con la conferencia: *Importancia del monitoreo de la calidad de agua potable en el cantón de Grecia y sus repercusiones sobre la salud y el ambiente*; donde se hace mención de los datos más relevantes y se detalla el proceso científico y metodológico realizado hasta ese momento. Al finalizar el 2012, en el mes de diciembre, se realiza un segundo taller con todas las ASADAS monitoreadas a la fecha, así como con la Municipalidad de Grecia, para evaluar los alcances de los resultados y hacer un análisis integral del estado actual del recurso hídrico potable en el cantón. La presentación del Taller se titula: *Resultados del Análisis del Agua Potable e Implicaciones iniciales*, proceso muy enriquecedor, dado el interés que presentan los participantes al conocer que el estatus de potabilidad no es el más adecuado en la mayoría de los casos.

En el marco de la celebración del día mundial del agua, en el mes de marzo del 2013, la UCR participó, junto con personereros del AyA, UNAGUAS y MINAET, en una charla titulada: *Importancia de la Interpretación de Informes de Calidad del agua potable para las ASADAS de Grecia*, la cual se desarrolló en el Bosque del Niño (Reserva Forestal del cantón de Grecia), donde estuvieron presentes alrededor de 100 personas representantes de diversos sectores del cantón, actividad que en paralelo busca mejorar el conocimiento sobre el tema del agua. Propiamente organizado por la Universidad de Costa Rica, desde los Recintos de San Ramón y Grecia de la Sede de Occidente, abre espacios de discusión y educación que permiten ir construyendo una gestión integral del agua potable desde la comunidad, lo cual promueve la participación activa durante los años 2013 y 2014 en diferentes conferencias y ponencias, dentro de las que destacan:

1. En el marco del Día Interamericano del Agua Potable y del 35 aniversario de la carrera Laboratorista Químico, en octubre del 2013:
 - ***Calidad del Agua en Costa Rica*** a cargo del Dr. Darner Mora. Director Laboratorio de Aguas de AyA.
 - ***Perspectivas legales del agua potable en Costa Rica*** a cargo del Máster Rolando Castro. Profesor de la Maestría en Derecho Ambiental y la Maestría en Gestión y Política Ambiental, ambas de la Universidad de Costa Rica.
 - ***Proyecto de Investigación de Aguas del Cantón de Grecia*** a cargo del Máster John Diego Bolaños Alfaro, Profesor de la Sede de Occidente.
2. En el marco de las IX Jornadas de Investigación de ese mismo año, ***Resultados de la caracterización de cationes, sus efectos sobre la salud de la población y el ambiente.*** (Bolaños, 2014).

3. En el marco de las X Jornadas de Investigación, denominada encuentros con la comunidad, en octubre del 2014. **Resultados finales del proyecto de investigación sobre agua potable del cantón de Grecia, período 2012-2014.**
4. Foro Interinstitucional: El Recurso Hídrico en la Región de Occidente **Estado actual de la calidad del agua en las ASADAS y Municipalidad de Grecia, período 2012-2014.** Participé con la presente ponencia, llevada a cabo en el mes octubre del 2014, en el Auditorio de la Sede de Occidente, organizado por el Centro de Investigaciones sobre Diversidad Cultural y Estudios Regionales (CIDICER).
5. Finalmente, como aporte diversificador, se intercambian conocimientos en el Congreso Latinoamericano XII de Hidrogeología y XXVI de hidráulica denominado: **El agua y su interacción con el medio ambiente y la sociedad en un contexto global cambiante**, con una ponencia titulada: **Ventajas del monitoreo de la calidad del agua potable en el cantón de Grecia, Alajuela, Costa Rica.** En ella se dan a conocer al público latinoamericano los resultados más relevantes de tres años de análisis realizados sobre el agua potable, dicha actividad tuvo lugar en el mes de agosto del 2014, en Santiago de Chile.

El agua como sistema tiene su propio ciclo, donde el espacio de terreno limitado por cerros y montañas configura una red de drenaje superficial que, en presencia de precipitación de lluvias, según Faustino (2001), forman los ríos, los cuales, lastimosamente, en zonas rurales, sirven de vertedero de las aguas grises, residuales tratadas o no tratadas y hasta negras.

Si se tiene claro el panorama y las medidas necesarias, se pueden ofrecer a la comunidad herramientas poderosas como la educación y la capacitación, así como datos con evidencias claras sobre sus situaciones particulares y su significancia en el corto y mediano plazo, lo cual no solo debe estar concentrado en asegurar el recurso hídrico potable, sino también el de las aguas superficiales, pues como ciclo todo tiene relación y sus implicaciones están encadenadas.

3. CONCLUSIONES

Esta «nueva cultura» en torno al cuidado del agua, promovida en el Cantón de Grecia, abre nuevas visiones sobre cómo asegurar el recurso, por ejemplo, la ya conocida, pero poco aplicada, gestión de cuenca, en la cual los actores institucionales ya no solo del cantón, sino de la cuenca, deben ponerse de acuerdo sobre la implementación de medidas para la protección del agua subterránea y superficial.

Los resultados del proyecto supra citado, así como los divulgados en otros espacios, lo convirtieron de una investigación a una herramienta de gestión exitosa debido a los resultados obtenidos que han servido para asegurar soluciones prontas y evitar daños sobre la salud de la población abastecida.

En definitiva, los datos experimentales demuestran, a través de registros históricos, si un ente administrador como una ASADA ha adoptado medidas para mitigar y revertir positivamente sus problemáticas de calidad de agua o si, por el contrario, dichos resultados obedecen a un comportamiento inesperado para un acuífero que administran, al salirse de lo proyectado, ya sea porque requieren de un estudio más profundo o porque no se siguieron las recomendaciones pertinentes por quienes lo administran.

REFERENCIAS

- American Public Health Associations. (2012) *Standard Methods for The Examination of Water and wastewater*. 22th Edition. Washington, DC.
- Astorga, Y. (2013). *Décimo noveno informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. Informe final: Gestión del Recurso Hídrico.
- Bolaños, J. (2013). Implicaciones del monitoreo periódico de la calidad del agua potable en el cantón de Grecia, Alajuela, Costa Rica. *En Revista Intersedes*. 14(28), pp. 39-53.
- Bolaños, J. (2014). Memoria XII Congreso Latinoamericano de Hidrogeología. *Ventajas del Monitoreo de la Calidad del Agua Potable en el cantón de Grecia, Alajuela, Costa Rica*. Santiago, Chile. pp: 1-9.
- Bolaños, J. (2014). Determinación de cationes en agua del cantón de Grecia, Costa Rica por absorción atómica. *En Revista Intersedes*. 15(30), pp. 95-106.
- Código de Minería. Ley N° 6797. (4 de octubre de 1982).
- Decreto 30480-MINAE, *La Gaceta N°112*. (12 de junio del 2002).
- Decreto 32868-MINAE, Canon por concepto de aprovechamiento de aguas. *La Gaceta N° 154*. (24 de agosto de 2005).
- Decreto 39144-S, Calidad de agua potable. *La Gaceta N°170*. (1 de setiembre 2015).
- Faustino, J. (2001) *Criterios para la clasificación de los problemas y soluciones en la conservación de suelos y aguas*. Turrialba. CATIE. p. 60.
- Ley de Aguas. Ley N° 276.(27 de agosto de 1942).

Ley Orgánica del Ambiente. Ley N° 7554. (4 de octubre de 1995).

Ministerio de Salud, ICAA, OPS. (2007). *Calidad del agua potable en Costa Rica: Situación actual y perspectivas.*

Organización Mundial de la Salud/UNICEF (2010). *Monitoreo Conjunto sobre Suministro de Agua y Saneamiento: El progreso en materia de saneamiento y agua de consumo.* Washington, D.C.: OMS.

Organización Mundial de la Salud. (2004). *El derecho al agua.* Health and Human Rights Publication Serie. (N° 3). Washington, D.C.

Organización de las Naciones Unidas. (2003). *Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.* Washington, D.C.

Pacheco, J; Cabrera, A& Pérez, R. (2006). *Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento.* México: Red Ingeniería Revista Académica. Recuperado de: <http://site.ebrary.com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr:2048/lib/sibdilibrosp/docDetail.action?docID=10118664&p00=sulfatos%20nitratos>

ACERCA DEL AUTOR

John Diego Bolaños Alfaro. Docente e Investigador en la Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica.

VARIACIONES EN EL USO DE LA TIERRA Y SUS IMPLICACIONES EN EL RECURSO HÍDRICO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO GRANDE DE SAN RAMÓN

CHANGES IN LAND USE AND ITS IMPLICATIONS ON WATER RESOURCES IN THE SUBBASIN OF THE RIO GRANDE DE SAN RAMON

Jarol Arias Rodríguez

Palabras clave

Uso de la tierra, subcuena, recurso hídrico, río Grande de San Ramón.

Keywords

Land use, subbasin, water resources, river Grand of San Ramon.

Resumen

El crecimiento urbano que ha experimentado la subcuena del río Grande de San Ramón, en las últimas décadas, ha ejercido una enorme presión sobre los usos de la tierra, provocando daños en el recurso hídrico de la zona y en la población, lo cual, asociado a otros factores de índole natural, ha conllevado a problemas de inundaciones y deslizamientos. Lastimosamente, esta situación va en aumento y la única alternativa para minimizar dichos impactos es llevar a cabo un plan integrado de manejo de cuencas, el cual no se vislumbra en un futuro próximo.

Abstract

The growth experienced by the Sub basin of the Grande river in San Ramón in recent decades has exerted enormous pressure on land uses, causing damage to the water resources of the area and for the population, this, associated with other factors related to nature, has led to problems of flooding and landslides. Unfortunately, this situation is on the rise and the only way to minimize such harm is through an integrated plan of watershed management, which is not in sight in the near future.

1. INTRODUCCIÓN

El agua potable disponible para el consumo humano y para múltiples actividades diarias disminuye constantemente como consecuencia de que el ser humano modifica los diferentes usos de la tierra, al igual que otros factores de índole geológico, geomorfológico y climático, lo que conduce a implementar acciones y medidas reales que aseguren la cantidad y la calidad del líquido, esto debido a que dicho recurso es un elemento determinante para la población.

Los cambios en el uso de la tierra en la subcuenca, principalmente los relacionados con la disminución de la cobertura vegetal, podrían ocasionar que el recurso hídrico disminuya en cuanto a su captación, debido al efecto que provocan las precipitaciones sobre el suelo, ya que, al estar descubierto, con el paso del tiempo queda expuesto a una mayor erosión, producto del goteo y de la escorrentía superficial. El caso contrario se da en las regiones donde existe poca alteración, a raíz de que el impacto de las lluvias es menor y la cobertura forestal ayuda a una mejor distribución del agua sobre el suelo.

Además, el bosque a partir del humus, que es materia orgánica parcialmente descompuesta, mantiene el suelo cubierto y lo protege, propiciando de esta manera una impermeabilización temporal que ayuda a la retención del agua y, aunque esta puede filtrarse a través del sistema radicular, favorece su infiltración en el suelo, principalmente durante los meses de mayor precipitación (de mayo a noviembre) en la subcuenca.

La subcuenca del río Grande de San Ramón ha experimentado un acelerado crecimiento poblacional a partir del año 2000, especialmente en la parte media y alta. Esta situación ha provocado cambios en el uso de la tierra, por ejemplo, la cobertura boscosa ha dado paso a actividades agrícolas y pecuarias, hecho que ha acelerado tanto los procesos erosivos como la urbanización

e industrialización, estos últimos sin la planificación debida puesto que el cantón no cuenta con un plan regulador aprobado. Por lo tanto, cuando una cuenca hidrográfica ha sido transformada por diversos tipos de infraestructuras, provoca el aumento de la escorrentía superficial, alcanzando las aguas los lechos fluviales en periodos más cortos (Quesada, 2012). Como consecuencia, los suelos se saturan de agua, aunado a la orientación del desfogue de las aguas de la ciudad y a fenómenos geológicos, lo cual genera deslizamientos en el sector Este del casco central del cantón. En este sentido, destaca la quebrada Estero, la cual provoca inundaciones en la ciudad producto del mal manejo de los usos de la tierra y del recurso hídrico (Quesada, 2003).

Con base en lo expuesto, es evidente la necesidad de contar con normas que regulen el uso de la tierra en las cuencas hidrográficas y que, mediante la implementación de adecuadas prácticas, se disminuya la alteración ambiental en buena parte del territorio nacional.

2. SUBCUENCA DEL RÍO GRANDE DE SAN RAMÓN

El uso de la tierra, en algunos casos, no es tomado en cuenta en los procesos de planificación que se realizan en el país; sin embargo, es una de las variables más importantes para el buen funcionamiento de todo espacio geográfico ordenado. Por lo tanto, hay que tener presente que el uso que se le dé a un área en particular va a determinar, en gran medida, la interacción que tenga la sociedad con el medio ambiente.

Las características que predominan en el área de estudio, en lo que respecta a los usos de la tierra, se pueden vislumbrar con la presencia de contrastes entre núcleos urbanos en constante expansión, principalmente hacia el Norte y Oeste de la comunidad y el desarrollo de actividades agrícolas y agroindustriales (cultivo de café, caña de azúcar y la actividad industrial colateral a estos, como beneficios de café, ingenios azucareros, entre otros) que

utilizan el recurso hídrico que le suministra la subcuenca para las diversas actividades que desarrollan, las cuales, de una u otra forma, impactan la calidad y cantidad del recurso, en función de las condiciones físicas del medio hidrogeológico local (Granados, 2014).

Esta investigación pretende identificar los principales cambios que ha presentado el uso de la tierra en la subcuenca del río Grande de San Ramón, del 2002 hasta el 2014. Este período posibilita obtener una visión más clara y completa sobre el uso de la tierra en esta zona y, por ende, determinar la influencia de las prácticas en el manejo del recurso hídrico, con el fin de contribuir con el ordenamiento del territorio del cantón y la protección de las fuentes hídricas.

Si en el espacio geográfico del cantón de San Ramón se desarrollan adecuados usos de la tierra, es difícil que se produzcan problemas por inundaciones, erosión, contaminación, infraestructura, entre otros. Lamentablemente, lo que se percibe es que la urbanización está avanzando a un ritmo acelerado en el área de estudio y la expansión se está realizando principalmente en dos sectores, el Norte y el Oeste del cantón.

Lo descrito hasta acá representa un incremento en la escorrentíasuperficial, puesto que, al reducir las áreas de infiltración, las aguas provenientes de las precipitaciones van a saturar más rápidamente los suelos y van a sumar mayor cantidad de agua junto con el aporte proveniente de sectores cementados. Como consecuencia de lo anterior, se da un aumento de inundaciones por el ejemplo los casos mencionados de la quebrada Estero y sus alrededores, en particular, la urbanización El Porvenir, localizada al Sur de la ciudad de San Ramón, en el distrito de San Rafael, la que presenta varios registros de inundaciones desde 1974, cuando el huracán “Fifi” causó un aumento significativo en el caudal de la quebrada. Otro evento se suscitó en 1986, con el huracán Juana y finalmente, en 1996 el huracán Mitch inundó nuevamente el lugar (Brenes, 1999).

Actualmente, esta sección del territorio cantonal no ha

vuelto a experimentar este tipo de eventos debido a la instalación de alcantarillas con un diámetro mayor al que tenían, pero hay que recordar que, desde hace varios años, el país no ha sufrido un fuerte temporal como el que se vivió en los eventos descritos. Además, hay que tener en cuenta que el poder erosivo del agua es muy fuerte y puede eventualmente ocasionar daños en la infraestructura, provocando su colapso y, por ende, volver a repetir inundaciones. En este caso, destaca el evento sucedido a mediados del 2014 en donde colapsó una estructura de ladrillos muy antigua que fungía como alcantarilla en pleno centro de la ciudad de San Ramón, ocasionando caos vial y problemas en los comercios cercanos.

Al respecto, el cantón no dispone de herramientas que posibiliten el ordenamiento territorial, en particular por la falta de un plan regulador debidamente aprobado que esclarezca los usos de la tierra. También es evidente la falta de planificación urbana, que ha provocado el crecimiento descontrolado y anárquico de proyectos de vivienda, lo que es un fiel reflejo de la ausencia de acciones claras destinadas a ejercer controles sobre esta alarmante situación, que ha desembocado en problemas de hacinamiento y mal uso de la tierra, lo cual repercute en la calidad y disponibilidad del recurso hídrico.

La realidad de la subcuenca es que año con año va perdiendo más zonas de infiltración para las aguas pluviales y lo más preocupante es que los sectores que históricamente han sido sometidos a inundaciones son los que más rápidamente crecen y en los que se manifiesta una fuerte presión expansiva del cantón, de ahí que los pronósticos no sean nada halagüeños a corto plazo. Además, como agravante, la cantidad de agua que pueden retener las cuencas es cada vez más limitada, lo cual amenaza la disponibilidad del preciado líquido para los pobladores de la comunidad.

La subcuenca del río Grande de San Ramón concentra la mayor cantidad de población del cantón, la cual continúa en

aumento. Esto ha provocado transformaciones en el uso de la tierra estrechamente vinculadas con la conservación del recurso hídrico. En este sentido, la investigación busca evaluar los cambios en el uso de la tierra en los últimos doce años, con el objeto de identificar de qué manera estas transformaciones han incidido en el aprovechamiento del recurso hídrico y, a la vez, visualizar las consecuencias que podría acarrear la falta de protección de este recurso para la ciudadanía.

3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

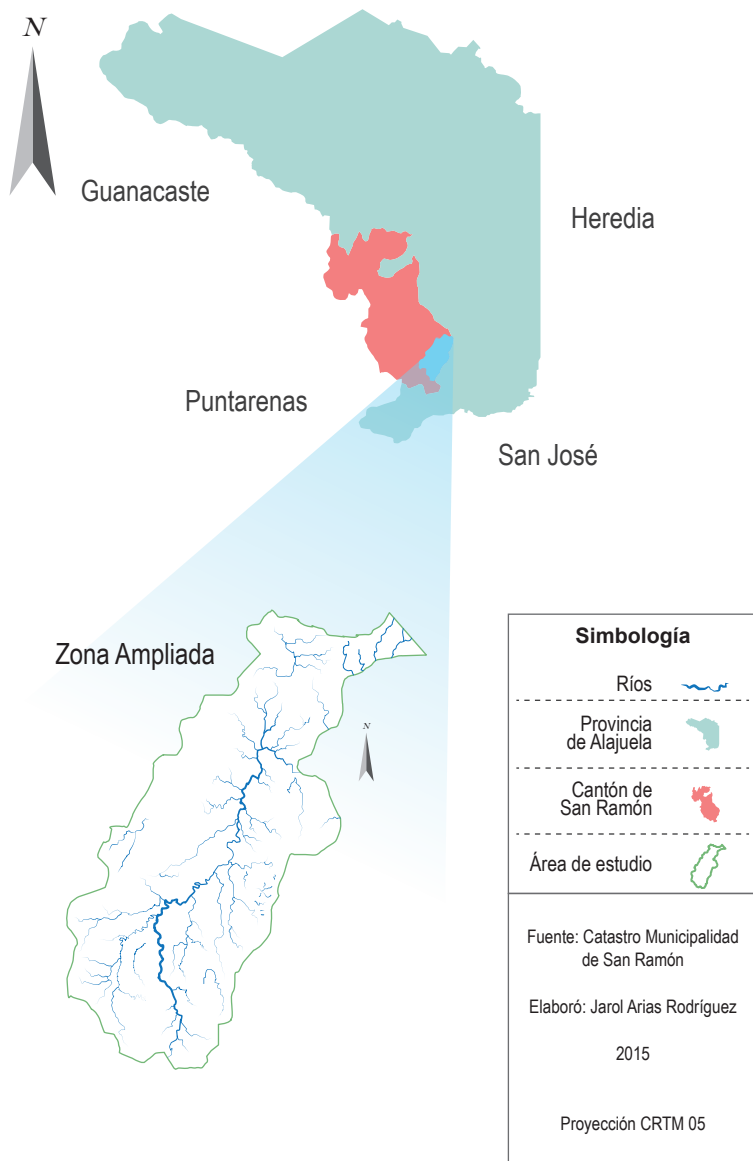
La subcuenca del río Grande de San Ramón, junto con el río Grande de Tárcoles, forma el principal drenaje de la Depresión Tectónica Central Occidental de Costa Rica. Se localiza al Norte en la divisoria de aguas entre la quebrada Volio y la quebrada Prensa; al Este, la divisoria topográfica entre quebrada Prensa y quebrada sin nombre, continuando por la cadena de cerros que incluyen el cerro Piedra Grande, cerro la Cima y cerro La Cruz hasta el Alto Berlín, al Sur con Divisoria topográfica entre el río Grande y el río Jesús María, y se prolonga por la Fila de cerros entre Pata de Gallo y Berlín y hacia el Oeste se presenta la divisoria de aguas entre el río Barranca y el río Grande de San Ramón (Mapa 1) y (Mapa 2).

4. METODOLOGÍA

El área de estudio fue delimitada a partir de las hojas cartográficas de Naranjo, Miramar y río Grande a escala uno cincuenta mil, además, de la delimitación que hace el atlas del año 2008 del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

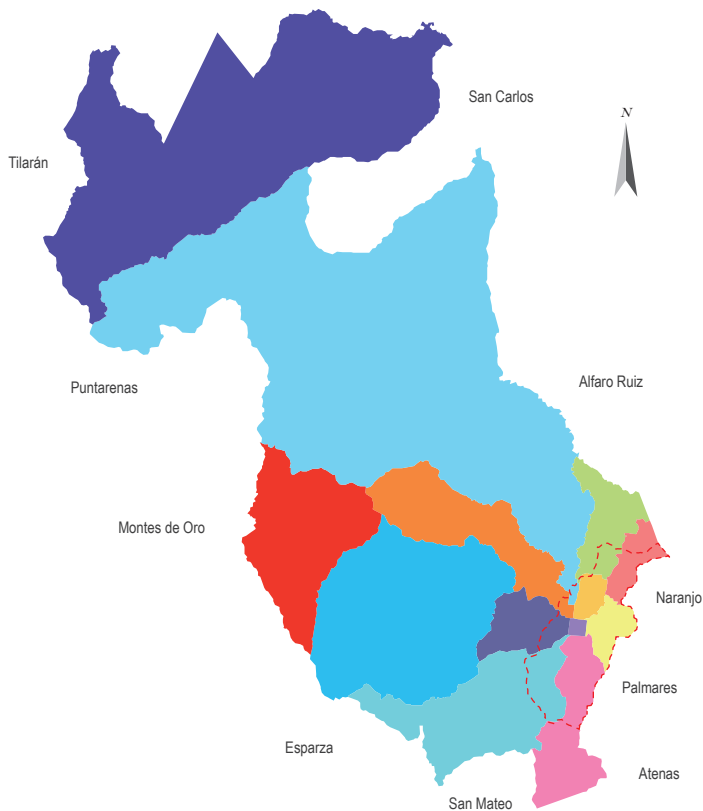
Otra de las fuentes utilizadas fueron las fotografías aéreas, las cuales a través, de un sistema de información geográfico, se fotointerpretaron para obtener como resultado las variaciones del uso de la tierra durante los años 2002, 2006 y 2014.

Mapa 1
Ubicación de la subcuenca del río Grande de San Ramón



Mapa 2

Sector de la subcuenca del río Grande de San Ramón



<p>Universidad de Costa Rica</p> <p style="text-align: center;">Mapa del Sector</p> <p style="text-align: center;">Subcuenca del río Grande de San Ramón</p>	<p style="text-align: center;">Simbología</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Área de estudio </p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Distritos del Cantón de San Ramón</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">San Ramón </td> <td style="width: 33%;">Ángeles </td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td>Santiago </td> <td>Alfaro </td> <td></td> </tr> <tr> <td>San Juan </td> <td>Volio </td> <td></td> </tr> <tr> <td>Piedades Norte </td> <td>Concepción </td> <td></td> </tr> <tr> <td>Piedades Sur </td> <td>Zapotal </td> <td></td> </tr> <tr> <td>San Rafael </td> <td>Peñas Blancas </td> <td></td> </tr> <tr> <td>San Insidro </td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	San Ramón	Ángeles		Santiago	Alfaro		San Juan	Volio		Piedades Norte	Concepción		Piedades Sur	Zapotal		San Rafael	Peñas Blancas		San Insidro			<p style="text-align: right;">Fuente:</p> <p style="text-align: right;">Catastro Municipalidad de San Ramón</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">Elaboró:</p> <p style="text-align: right;">Jarol Arias Rodríguez</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">2015</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">Proyección CRTM 05</p>
San Ramón	Ángeles																						
Santiago	Alfaro																						
San Juan	Volio																						
Piedades Norte	Concepción																						
Piedades Sur	Zapotal																						
San Rafael	Peñas Blancas																						
San Insidro																							

La información generó tres mapas vitales para interpretar y analizar cada uno de los usos de la tierra y, de esta manera, identificar los cambios en los patrones según los años.

4.1 USO DE LA TIERRA, AÑO 2002

La parte Norte de la subcuenca se caracteriza por la presencia de cultivos agrícolas, principalmente los de tipo hortícola, también se aprecian cultivos permanentes como el café y algunas zonas de bosque secundario. Posteriormente, conforme se desciende hacia el Noroeste, destaca el centro urbano consolidado de Volio.

En el sector central de la subcuenca, el uso se ha modificado en gran medida fundamentalmente en la sección Oeste, debido a que la mancha urbana absorbe por completo los usos descritos en la parte Norte y solo se presentan algunas áreas de pastos y cultivo. Es importante indicar que la parte Este conserva usos agrícolas, con cultivos permanentes, además de pocas áreas de bosque en la ribera del río. También, en este sector, se encuentra el núcleo consolidado de San Isidro.

Conforme se desciende hacia el Sur, la situación es muy similar que la del centro. El sector Oeste, por su parte, presenta un alto grado de urbanización y el sector Este combina cultivos y zonas de bosque con pequeños poblados, la urbanización se centra en núcleos dispersos a las orillas de la carretera y en los alrededores predominan pastos y cultivos agrícolas. En la parte Oeste destaca el cultivo de café con algunas zonas de repastos y pequeños espacios de bosque secundario.

En la parte alta de la subcuenca predominan los cultivos de café con algunas zonas de repasto, destinados, en menor medida, a la ganadería y agricultura. En las zonas altas, hay cobertura boscosa y las viviendas presentan un patrón muy disperso, se localizan a orillas de la carretera.

4.2 USO DE LA TIERRA, AÑO 2006

La sección Sur de la subcuenca se caracteriza por la presencia de gran cantidad de cultivos permanentes. Se denota la presencia de pastos y áreas agrícolas cultivadas con hortalizas. Conforme descendemos hacia el centro, los cultivos permanentes sobresalen en ambos lados de la subcuenca. Hacia el centro, los usos cambian de manera considerable, en particular hacia el Oeste, donde prevalecen los cultivos agrícolas asociados con el café.

En el centro de la subcuenca, en el sector Oeste sobresale la mayor cantidad de suelo urbano de todo el cantón y en sus alrededores productos agrícolas. Sin embargo, hacia el Este, el uso pasa nuevamente a ser dominado por cultivos permanentes y, en mayor medida, por el café. En esta sección hay pequeñas manchas de bosque secundario que alternan con los usos anteriores.

Conforme se aleja del centro, se observan pocos usos urbanos y se da paso a los cultivos permanentes en mayor medida en el centro y Este; la agricultura y repastos hacia el Oeste.

En la sección alta de la cuenca los usos principalmente son de café, combinados, en menor medida, con pastos y cultivos agrícolas y, en menor grado, usos forestales y pequeñas manchas de bosque.

4.3 USO DE LA TIERRA, AÑO 2014

En el 2014, se denota un cambio significativo en el uso de la tierra, puesto que se da una reducción en el cultivo del café para dar paso al uso agrícola. Se presenta un porcentaje elevado de terrenos descubiertos y un patrón urbano en donde las construcciones se encuentran en más de un 90% a ambos lados de la carretera. Los sectores de bosques solamente se encuentran en los alrededores de los cauces de los ríos y quebradas.

En el centro de la subcuenca se aprecia un fuerte aumento de cultivos de café hacia el Este y una gran mancha urbana hacia el

Oeste que ha desplazado, en gran medida, a los cultivos agrícolas y repastos. Otro cambio significativo presente es la localización de la zona industrial, la cual se ve claramente hacia el Sureste del cantón, sobre la autopista Bernardo Soto.

Conforme nos alejamos del centro, los usos se van asemejando, cada vez más, a los que se encuentran en la parte Sur de la subcuenca, debido a que el uso urbano se localiza principalmente en los alrededores de la carretera y los cultivos permanentes comienzan a sobresalir en las partes altas de la cuenca donde, además del café, sobresalen parches de bosque producto de la pendiente que exhibe el terreno.

5. TRANSFORMACIONES DEL USO DE LA TIERRA Y SU INCIDENCIA EN EL RECURSO HÍDRICO

Con base en lo expuesto, se puede afirmar que, al existir menor cantidad de áreas de infiltración en la subcuenca en estudio, se provoca un aumento en la escorrentía superficial y, por ende, un mayor acarreo de sedimentos hacia las fuentes de agua, tal y como lo plantea Echeverría (2009, p.1), «los sólidos suspendidos transportados por los ríos, llegan a las aguas costeras y dificultan la fotosíntesis, alteran el hábitat de las comunidades bentónicas y provocan mortalidad de corales, entre otros impactos.»

Como complemento, se puede mencionar que “se ha determinado que uno de los mayores contaminantes de los recursos de tipo hídrico está ligado al uso del suelo y a la utilización de químicos en áreas en donde la erosión y la escorrentía contaminan dichas fuentes hídricas” (Guerrero, 2011, p. 4).

Por lo tanto, si en un corto plazo no se aplica un plan de manejo integral en la subcuenca del río Grande de San Ramón, esto podría provocar serias dificultades, ya que es un hecho que el uso

del suelo determina el grado de evapotranspiración y capacidad de infiltración de las zonas de recarga hídrica (Quesada, 2003). Además, hay un elevado riesgo de que se esté produciendo un contacto directo de las zonas de recarga y nacientes o afloramiento de agua con el ingreso de contaminantes, entre ellos: los sedimentos suspendidos, nutrientes como nitrógeno y fósforo, pesticidas y agentes consumidores de oxígeno (Guerrero, 2007, p. 5).

En este sentido, el uso de la tierra se convierte en un elemento vital para lograr conservar el recurso hídrico, debido a que las malas prácticas “han afectado la calidad y cantidad de recurso disponible para el abastecimiento en zonas pobladas, así como la producción de energía mediante el proceso hidroeléctrico y la disminución del caudal para la captación de sistemas de riego en el sector agropecuario” (Guerrero, citado en Astorga y Coto, 1996, p. 7).

6. CONCLUSIONES

La subcuenca del río Grande de San Ramón, con el paso de los años, se ha visto sometida a un incremento residencial e industrial, principalmente en el sector de la ciudad, lo cual repercute en malas prácticas en el uso de la tierra y en el uso del recurso hídrico.

El crecimiento urbano ha provocado contaminación de las aguas del río Grande de San Ramón como consecuencia de los inadecuados procesos relacionados con el uso de la tierra, lo que pone peligro el uso de este recurso vital para el sustento de la vida.

La poca planificación de la subcuenca ha provocado inundaciones y deslizamientos que se han presentado en las dos últimas décadas, en mayor medida, en los sectores Este y Oeste de la ciudad.

Por lo tanto, se hace necesario implementar, a corto plazo, un plan de manejo integral de la subcuenca para reducir el impacto que está provocando el inadecuado uso de la tierra y su repercusión en la disposición y calidad del recurso hídrico.

REFERENCIAS

- Astorga Y y Coto J. (1996). Situación de los recursos hídricos en Costa Rica. En J. Reynolds (ed.) *Utilización y manejo de los Recursos Hídricos*. Heredia, Costa Rica: Editorial Fundación UNA.
- Brenes, H. (1999). Desviarán quebrada El Estero. *La Nación*. San José, Costa.Rica, 19, abril, 20A.
- Echeverría, S. (2009). *Uso de la tierra y transporte de sólidos en suspensión en la cuenca del río Rincón, Península Osa, Puntarenas, Costa Rica*. (Tesis de Maestría) Universidad Estatal A Distancia (UNED). San José, Costa Rica.
- Granados, R. (28 de febrero de 2015). *Entrevista personal*. Geólogo.
- Guerrero, M. (2011). *Determinación del efecto del uso del suelo (Influencia antropogénica) sobre la calidad de agua de las fuentes de abastecimiento de la población en la cuenca del río Sarapiquí*. (Tesis de maestría) Universidad Estatal A Distancia (UNED). San José, Costa Rica.
- Quesada, M. (2000). Transformación en el uso de la tierra: un estudio de la microcuenca quebrada El Estero, San Ramón. *Revista Geográfica de América Central*, 38, 43-59.
- Quesada, M. (2003). Análisis cronológico de los desbordamientos de la quebrada Estero, San Ramón. *Revista Pensamiento Actual*. 4, 35-41.

- Quesada, M. (2012). Diferencias hidrológicas anuales y estacionales en regiones adyacentes: estudio de las subcuencas de los ríos Virilla y Grande de San Ramón, Costa Rica. *Revista Colombiana de Geografía*, 21, 167-175.
- Rodríguez, F. (2006). Cuencas hidrográficas, descentralización, desarrollo social participativo. *Revista Intersedes*, 7, 113-125.
- UNEP. 2007. *Global Environment Outlook*. GEO. Environment for development. Progress Press Ltd. Malta.

ACERCA DEL AUTOR

Jarol Arias Rodríguez. Profesor de la Sección de Historia y Geografía de la Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica.

FACTORES INTENSIFICADORES DE LAS INUNDACIONES EN LA QUEBRADA EL ESTERO, SAN RAMÓN, COSTA RICA

FACTORS CAUSING INTENSIFICATION OF FLOODING IN THE EL ESTERO WATERSHED, SAN RAMÓN, COSTA RICA

Marvin Elí Quesada Quesada

Palabras clave

Inundaciones, quebrada El Estero, precipitación, factores meteorológicos, hidrológicos y socioeconómicos, San Ramón.

Key words

Flooding, El Estero watershed, rain, meteorological and hydrological factors, socioeconomic, San Ramón.

Resumen

Las inundaciones en la microcuenca El Estero han sido provocadas por fenómenos de tipo meteorológico y sinóptico. En la consecución de estos fenómenos han intervenido situaciones que van desde lluvias muy fuertes, de poca duración, hasta aquellas continuas por más de 24 horas, inclusive por varios días que, por lo general, son de intensidad moderada, pero persistentes. Además, otros factores intensificadores, que son comunes y que dan paso a dichas inundaciones, son los factores hidrológicos, geomorfológicos y edáficos, así como la impermeabilización del suelo por la expansión urbana, las construcciones sobre el cauce, en sus márgenes, las canalizaciones y los alcantarillados de diámetro pequeño.

Abstract

Flooding in El Estero watershed has been caused by meteorological and synoptic phenomena, with the event of rainfalls ranging from short very intense rains to moderately intense but persistent rains continuing over more

than 24 hours and up to several days. Additional common intensifying factors resulting in flooding are hydrological, geomorphological and soil conditions, as well as the sealing of the soil by the urban expansion, construction over the river bed and river banks, and insufficient pipeline and drainage systems.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos cien años, se ha observado un aumento significativo de las precipitaciones en algunas regiones, tal es el caso de las zonas orientales de América del Norte y de América del Sur, mientras que, en otras zonas, se ha registrado una disminución. Durante el período 1900-2005, las lluvias se incrementaron a partir de los 30° hacia el Norte, aunque en los trópicos no se ha registrado la misma tendencia. Es así como entre los 10° y los 30° Norte, la precipitación aumentó de forma notable entre 1900 y 1950, pero disminuyó después de 1970. Los cambios en los patrones de precipitación han presentado mayores variaciones geográficas y temporales en comparación con los cambios de temperatura Global (CEPAL, 2011).

Las variaciones en la precipitación están directamente relacionadas con la influencia de los océanos Atlántico y Pacífico. Giannini y otros (2000) examinaron la influencia de las presiones atmosféricas y temperaturas sobre el Océano Tropical Atlántico Norte y el Océano Pacífico Este (Región El Niño 3) y sobre los totales de precipitación en Centroamérica (Waylen y otros, 1996). Similarmente, Enfield y Alfaro (1999) han analizado el efecto de los cambios en las temperaturas superficiales de los mares y su influencia en los niveles de precipitación, factores que incluso han determinado el inicio y el final de la estación lluviosa. De igual forma, analizaron los temporales, perturbaciones tropicales que producen lluvia continua durante lapsos mayores de veinticuatro horas (de cerca de dos a cuatro días, usualmente).

En Costa Rica, la cordillera que atraviesa el territorio de Noroeste a Sureste induce a las masas de aire a tener un ascenso

orográfico. Esto produce que, a barlovento de las montañas, se produzca un incremento mucho mayor de la lluvia en ciertas regiones del país. Los temporales del Pacífico ocurren de mayo a noviembre, más frecuentemente entre junio y octubre. Los temporales del Caribe ocurren con mayor frecuencia durante el invierno del Hemisferio Norte, cuando la región recibe la influencia de empujes de aire frío desde América del Norte.

Entre 1970 y 2009, las pérdidas económicas causadas por los desastres en Centroamérica han superado los 10.000 millones de dólares, lo que equivale a la pérdida de 318 millones de dólares anuales en el período (SICA y CEPREDENAC, 2010). El crecimiento poblacional, la pobreza y una falta de ordenamiento territorial han llevado a la población a asentarse en zonas propensas a inundaciones, incrementando así el potencial de los daños. La deforestación, combinada con el sobreuso de la tierra, particularmente en áreas de alta precipitación, han acelerado la erosión, la evapotranspiración y la sedimentación fluvial, condiciones que han aumentado la propensión a inundaciones y deslizamientos de tierra (Durán, 1999; MARENA, 2004). Según estimaciones, cerca del 75% del incremento de la escorrentía de la región está directamente asociado a la deforestación (Uribe y otros, 1999).

Con base en el Cuarto Reporte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007), en nueve de los diez años del período 1995-2005, la cantidad de huracanes en el Atlántico Norte aumentó por encima de la tendencia histórica registrada en 1981-2000 (IPCC, 2007), lo cual está directamente asociado al cambio climático. De acuerdo con este reporte, en nueve de los diez años del período 1995-2005, la cantidad de huracanes en el Atlántico Norte aumentó por encima de la tendencia histórica registrada en 1981-2000 (IPCC, 2007).

Los modelos climáticos han sido la clave para reforzar

dicho informe. Algunas Investigaciones recientes (Milly y otros, 2002; Pielke y otros, 2003; Raghavan y Rajesh, 2003; Emanuel, 2005; Meehl y otros, 2007; Stern, 2007), todos citados en el Cuarto Informe del IPCC (2007), confirman que en las últimas tres décadas, la frecuencia y la intensidad de las tormentas y los huracanes tropicales se ha incrementado respecto de las primeras décadas del siglo XX.

De acuerdo con Barnett y otros (2005), Levitus, Antonov y Boyer (2005) y Hansen (2005), también citados por IPCC (2007), se estima que los océanos han absorbido alrededor de 20 veces más calor que la atmósfera durante el último medio siglo, lo cual ha provocado temperaturas más altas en aguas superficiales y profundas. Ambos factores contribuyen a la mayor intensidad de ciclones tropicales sobre los océanos. Inclusive, Zeng, Wang y Wu (2007) establecen esta correlación entre la intensidad de los ciclones, medida en metros por segundo (m/s), con la temperatura superficial del océano Pacífico Norte, lo cual ya se ha visto a estas latitudes. Por ejemplo, el huracán Patricia, que impactó en el mes de octubre de 2015 las costas de Manzanillo en México, caracterizado como el huracán más potente de la historia de México y del hemisferio occidental.

Los patrones de inundación más recurrentes y abundantes se presentan en lechos de inundación natural: las riberas de los ríos, las zonas bajas y las zonas costeras. Las mayores inundaciones han ocurrido en aquellos poblados o ciudades que se ubican en las márgenes o cercanías de los cursos fluviales. No solamente los ríos grandes provocan inundaciones, sino también las quebradas, que a veces parecieran inofensivas. En Costa Rica, un buen ejemplo lo constituye la quebrada El Estero, en San Ramón de Alajuela.

2. UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA EL ESTERO

La microcuenca Estero forma parte del sistema fluvial del río Grande de Tárcoles. Este se divide en dos subcuencas, al

Este el río Virilla y al Oeste el río Grande de San Ramón, a la que pertenece la microcuenca El Estero.

A pesar de la pequeña extensión de esta última, comparada con el área de la cuenca donde se ubica, se ha inundado en varias oportunidades y en diferentes años, especialmente en su sector medio y bajo. Esta situación ha sido de gran repercusión social, dada la ubicación de la ciudad de San Ramón en sus inmediaciones. La microcuenca El Estero abarca un área de aproximadamente 5 Km² y se ubica en la sección más occidental de la Cuenca del río Grande de San Ramón (Figura1).

En la zona intertropical, gran parte de la lluvia que cae durante una tormenta (por grande o pequeña que sea la cuenca de recepción), si esta cuenta con una cobertura vegetal como interceptación, se acumularía en el terreno como almacenamiento superficial o subterráneo. A medida que continúa el proceso de precipitación, la escorrentía superficial comienza pendiente abajo, hacia un cauce o canal superficial ya establecido. En los casos de subcuencas y microcuencas con buena cobertura forestal, la posibilidad de inundaciones es mínima. Sin embargo, cuando la interceptación es mínima, el agua no se almacena y se tiene un medio artificial, con sectores urbanos dominados por cementos, pavimentos, entre otros.

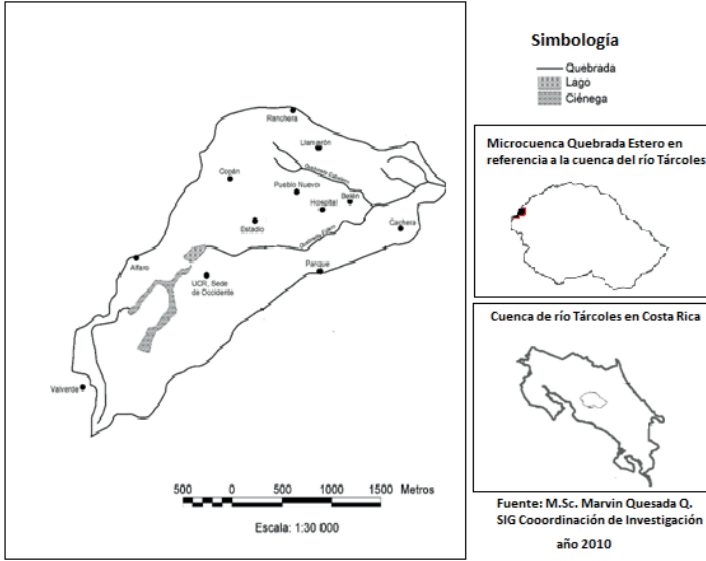
La quebrada El Estero es una microcuenca con características urbanas, a pesar de que posee tres sectores bien definidos. Su parte alta, que se extiende desde el poblado de Calle Valverde hasta el sitio conocido como el Laguito, incluyendo los poblados de Copán y la Cachera. Su parte media, a partir de este sitio y el Laguito hasta el sitio Plaza Ferias del Agricultor. Su parte baja, de esta feria hasta su desembocadura en el río Grande de San Ramón.

No obstante, pese a esta subdivisión, gran parte de su área de extensión, tanto de su cauce como de sus vertientes, se ubica

Figura 1

Ubicación de la microcuenca El Estero, San Ramón.

Mapa de ubicación de la microcuenca de la quebrada El Estero



Fuente: Marvin Quesada Quesada, 2010.

sobre sitios con pavimentos, aceras, carreteras, edificaciones, parqueos, caños, entre otros. El rápido aumento poblacional ocurrido en los distritos de San Juan y Alfaro ha conducido a una rápida transformación urbana (Figura 2).

Los remanentes de bosques, café, charrales, pastos, ornamentales y caña de azúcar, entre otros que podrían eventualmente interceptar y almacenar el agua que se precipita, han ido desapareciendo poco a poco durante los últimos años, como puede observarse en la Figura 3.

3. INUNDACIONES EN LA MICROCUENCA EL ESTERO

Las inundaciones son eventos originados por el desbordamiento de un curso fluvial o flujo de agua que se produce cuando se superan los niveles naturales o artificiales de su cauce. La causa principal del aumento de los niveles fluviales es

Figura 2
Desarrollo urbano en San Ramón

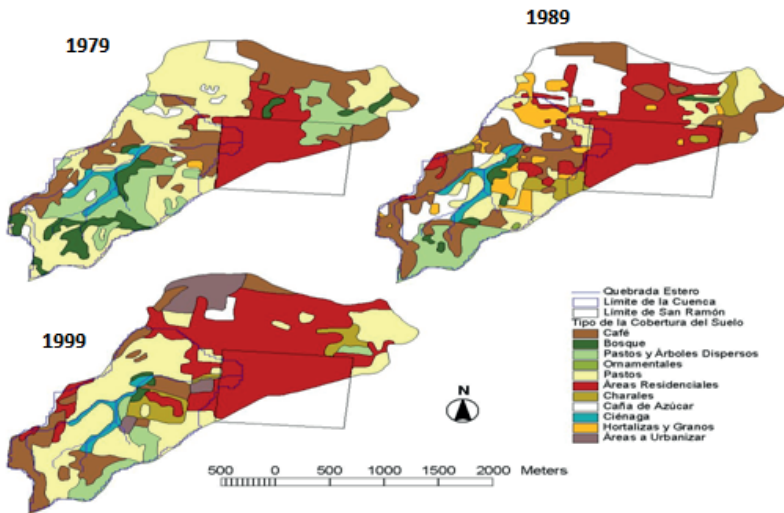


Fuente: Marvin Quesada Quesada.

la lluvia, la cual es inevitable y propia de una cuenca hidrográfica con características morfológicas, hidrológicas y edafológicas determinadas. Por tanto, los caudales de un curso fluvial pueden incrementarse debido a la influencia de variables biofísicas y aquellas de carácter eminentemente humano, tal es el caso de un uso inadecuado de la tierra. Entre los factores que causan las inundaciones en el área de estudio están:

Figura 3

Cambios en el Uso de la Tierra en la quebrada El Estero, San Ramón.



Fuente: Marvin Quesada Quesada.

3.1 LOS FACTORES METEOROLÓGICOS

Las inundaciones en la microcuenca El Estero han sido provocadas, en primera instancia, por fenómenos de tipo meteorológico y sinóptico, o sea, han intervenido situaciones que van desde lluvias muy fuertes de poca duración hasta aquellas continuas que duran más de 24 horas e incluso, durante varios días que, por lo general, son de intensidad moderada pero persistentes.

En la zona de San Ramón, las causas más comunes que dan paso a la ocurrencia de fenómenos de fuerte o moderada intensidad y que provocan lluvias son:

- a) La influencia temporal de los vientos oestes ecuatoriales.
- b) El desplazamiento temporal de la Zona de Convergencia Intertropical (ZICT) sobre Costa Rica.
- c) Los vientos Alisios del Noreste que logran pasar eventualmente a través de los pasos montañosos.
- d) La penetración eventual de frentes fríos durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.
- e) La incursión de disturbios atmosféricos, tormentas y huracanes tropicales.

3.2 FACTORES HIDROLÓGICOS, EOMORFOLÓGICOS Y EDÁFICOS

Las características físicas como la pendiente, la geomorfología existente en la parte alta de la microcuenca y el uso de la tierra, caracterizado por la escasa aplicación de técnicas de conservación de suelos, son determinantes en el comportamiento hidrológico de la microcuenca. Estos factores han variado la capacidad de infiltración, la evaporación y la escorrentía. La geoforma presente en la parte superior con una ciénaga induce a la acumulación de las aguas durante los periodos lluviosos.

Similarmente, el trayecto que abarca del Laguito al Porvenir muestra una pendiente inclinada que permite al agua encausarse con mayor velocidad. Cuando hay aumentos en el nivel de los caudales, la capacidad hidráulica del cauce no es suficiente para albergar excesos de flujo, los cuales al llegar a la planicie ocasionan desbordamientos en las márgenes adyacentes a la quebrada.

Por otra parte, cuando ocurren precipitaciones persistentes por varios días, los niveles de caudal pueden salirse y abarcar hasta doscientos metros en ambos lados de la quebrada en la Urbanización El Porvenir. Cuando las precipitaciones son intensas durante algunas horas, se producen encharcamientos en algunos sitios cercanos a las quebradas Estero y Caballero, especialmente en aquellos sitios donde el terreno es arcilloso o donde existe un nivel por debajo de las carreteras.

Los pocos sectores que aún quedan sin urbanizar muestran un tipo de suelo caracterizado por una formación lacustre con presencia de arcilla, los cuales son relativamente impermeables, por lo que producen muy poca infiltración del agua durante las intensas o persistentes precipitaciones.

3.3 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Para que se produzcan inundaciones en una cuenca hidrográfica, también interviene la forma de ocupación del espacio. El uso de la tierra es determinante en el proceso de escorrentía superficial existente en la microcuenca. En los últimos veinte años, la microcuenca ha tenido una transformación acelerada en el uso de la tierra. El bosque ha sido eliminado prácticamente en su totalidad para dar paso a cultivos, pastos, áreas comerciales y residenciales.

Gran parte del sector alto de la microcuenca ha tenido un uso del suelo dominado por pastos, los cuales ejercen un papel de poca retención de la lluvia. Esto induce a que, cuando se producen lluvias fuertes sobre la zona, estas escurran en un alto porcentaje hasta el curso fluvial. De esta forma, en pocas horas la pequeña quebrada excede su capacidad y se desborda, lo que provoca daños sobre todo en aquellos sectores planos de la ciudad de San Ramón.

En esta ciudad, la organización del espacio ha respondido a criterios socioeconómicos. Es así como este ha sido utilizado para la agricultura, para el comercio, los servicios y especialmente

para la construcción de viviendas; no se ha pensado en preservar áreas de bosque para proteger los suelos y los terrenos quebrados, por lo que existen muy pocas medidas de control contra las inundaciones.

La variación que se muestra en los mapas, acerca del uso de la tierra en los diferentes periodos de análisis, indica cómo los precios y los niveles de rentabilidad han determinado el tipo de cultivo. En unos años se nota cómo el café tuvo prioridad, en otros fue la caña de azúcar, e incluso, en algunos momentos se le dio importancia a las hortalizas; pero básicamente, la prioridad ha sido la construcción de infraestructuras para diversos usos, ya sea habitacionales o comerciales.

Las prácticas agrícolas existentes en la microcuenca han seguido los criterios de los mercados y de las campañas publicitarias en cuanto a emplear productos agroquímicos para eliminar las malezas o para abonar los suelos, dejando estos descubiertos. La mayoría de los cultivos se siembran sin utilizar prácticas agrícolas que impidan la erosión de las vertientes, tal es el caso del café, el cual, al estar bajo un uso intensivo, se le han eliminado los árboles para sombra. Esto ha ocasionado una erosión en los suelos al dejarlos prácticamente desnudos, sobre todo cuando hay aguaceros de gran intensidad que producen un arrastre de sedimentos hasta los cauces de la quebrada.

De esta forma, la escorrentía superficial es cada día más intensa, aumentando así la probabilidad de inundaciones. Además, en los cortes de camino es frecuente encontrar deslizamientos en periodos húmedos, los cuales reflejan un desequilibrio de las vertientes y el deterioro de las condiciones físicas de los suelos de la región, condiciones que provocan el engrosamiento de los caudales de la quebrada en periodos lluviosos. Por otro lado, en la microcuenca ha habido un aumento acelerado de la población. No solo se ha poblado la periferia de la ciudad, sino también se ha

generado una demanda extra de terrenos que estaban ocupados por cultivos, pastos y bosque. Se han utilizado sectores de la microcuenca que son inadecuados para construcciones, como son terrenos con pendientes inclinadas, situación que se manifiesta, sobre todo, en la parte baja del área de estudio, en las cercanías del poblado de nombre La Cachera.

Unido al uso que se le ha dado a la tierra en los últimos veinte años, también se pueden encontrar, dentro del área en estudio, otros factores intensificadores de las condiciones de inundación, entre los que se destacan los siguientes:

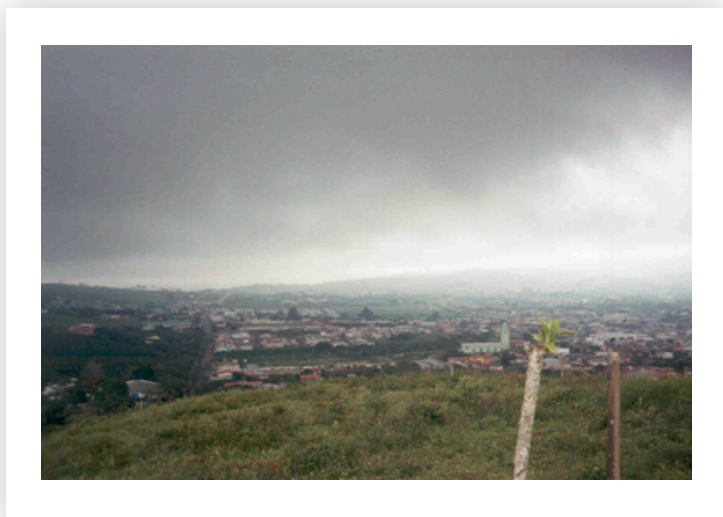
3.4 IMPERMEABILIZACIÓN DEL SUELO POR LA EXPANSIÓN URBANA

El proceso de expansión urbana que se ha suscitado en San Ramón es determinante en el aumento del riesgo de inundación. Esto se puede explicar por el hecho de que ha habido un cambio radical en el uso de la tierra, como se indicó anteriormente. Ciertos usos de la tierra dedicados a cobertura vegetal y cultivos se cambiaron a usos eminentemente urbanos (viviendas, residenciales, barrios, áreas comerciales, servicios, etc.). Como se puede observar en la siguiente figura.

Este tipo de uso ha reducido considerablemente la capacidad de infiltración de los suelos de la microcuenca y, por tanto, se ha acelerado la escorrentía superficial durante la época lluviosa. Al llover, el tiempo de concentración del agua se reduce y se dirige a los canales o desagües con mayor rapidez, acelerándose los flujos superficiales de los drenajes urbanos.

A pesar de que en la microcuenca Estero no existen redes de medición de caudales, es posible detectar, inmediatamente después de un aguacero, el aumento significativo en la respuesta hidrológica. En algunos casos, los canales de escurrimiento y los tragantes no cuentan con la capacidad para almacenar el agua

Figura 4
Impermeabilización del suelo en la parte media
y baja de la quebrada El Estero, San Ramón.



Fuente: Marvin Quesada Quesada.

llovida, por lo que gran parte de esta escurre por las calles y aceras de algunos sectores cercanos a la quebrada Estero, especialmente en el centro de la ciudad de San Ramón.

3.5 CONSTRUCCIONES SOBRE EL CAUCE Y EN SUS MÁRGENES

Como parte del proceso de expansión urbana, de la necesidad de vivienda y de otros factores de índole histórica, se han construido viviendas, comercios y servicios sobre el cauce y en las cercanías de la microcuenca El Estero. Esta última se caracteriza por tener una ocupación urbana en todo su sector medio, lo cual la convierte en una zona alto riesgo. Aunado a ello, las características topográficas de este sector lo describen como una zona de inundación por excelencia, dado que es una zona

muy plana e irrigada por un curso fluvial. Además, el hecho de que la red de drenaje sea poco densa permite que se edifiquen con más tranquilidad asentamientos humanos.

El proceso de expansión urbana y la eliminación de las áreas boscosas, sobre todo en la parte alta de la microcuenca, han contribuido a aumentar las avenidas máximas en la quebrada, principalmente durante temporales o cuando hay influencia de huracanes.

La invasión del cauce de la quebrada es otra situación que se ha manifestado en el Estero. Esto no solo implica la construcción de diferentes infraestructuras sobre una planicie de inundación, sino que también se ha hecho sobre la quebrada, impidiendo el paso normal de las aguas, en especial en aquellos momentos cuando ocurren altos caudales. De esta forma se incrementan las inundaciones, dado que se ha alterado el curso natural de la quebrada.

3.6 CANALIZACIONES Y ALCANTARILLADOS INSUFICIENTES

La expansión urbana desordenada que muestra San Ramón refleja la ausencia de un plan de ordenamiento territorial, lo cual ha llevado a la población a ubicar sus viviendas, comercios, industrias y servicios en los diferentes sitios, sin que en algunos casos se tenga la autorización municipal y en otros se obtiene dicho permiso de construcción, pero no se toma en cuenta el posible riesgo al que se exponen, como se puede observar en la figura 5.

En algunos casos, las edificaciones se hacen sobre el cauce de la quebrada con la sola ubicación de una alcantarilla. Esta situación se ha dado repetidamente cerca de El Tremedal y últimamente en la parte media y baja de la microcuenca.

El problema se agrava más cuando se colocan alcantarillas de diferentes diámetros, situación que se visualiza en varios puntos de la quebrada. Ya sea por ignorancia o por ahorrarse dinero, se colocan alcantarillas de 30 centímetros de diámetro. A lo largo de la quebrada no existe un diámetro estándar y un

Figura 5

Ubicación de viviendas sobre la quebrada El Estero, al darse inundaciones se desborda provocando serios problemas sobre los sótanos.



Fuente: Marvin Quesada Quesada.

diseño adecuado de las canalizaciones. Indudablemente, esto provoca serios problemas de obstrucción, al ser una parte del alcantarillado insuficiente para albergar caudales altos de agua en periodos de fuertes lluvias para los que se necesitan diámetros superiores a los 75 centímetros. En algunos casos, cuando se trata directamente del tubo conductor de las aguas de la quebrada, se ocupan diámetros superiores a los 250 centímetros.

En los últimos años, parte de la población que vive en las inmediaciones de la quebrada acostumbra tirar a esta los desechos provenientes de las pilas, baños, sanitarios y otros servicios domésticos y comerciales, lo que obstaculiza su capacidad hidráulica. Esto genera una especie de represamiento, el cual ha afectado algunas veces ciertos barrios y sectores de la ciudad, tal es el caso de las viviendas localizadas en las inmediaciones del barrio Pueblo Nuevo.

Asimismo, en algunos sectores, especialmente en cruces de carreteras y puentes, ciertos ciudadanos de los vecindarios acostumbran depositar sus desechos sólidos. Estos desechos no solo son los llamados basura residencial o doméstica, sino que en algunos casos son materiales de dimensiones mayores como catres viejos, latas de zinc, muebles, chatarra de autos, botellas, llantas, escombros de ramas, tapias que son lanzadas al cauce y que obstaculizan el curso normal del agua. Un ejemplo de ello es común observarlo en el sitio denominado “El Salto”, muy cerca del barrio La Cachera. Estas prácticas inadecuadas de depositar desechos en estos sectores podrían agravar las inundaciones.

3.7 DELIMITACIÓN ESPACIAL DE LAS ÁREAS INUNDADAS

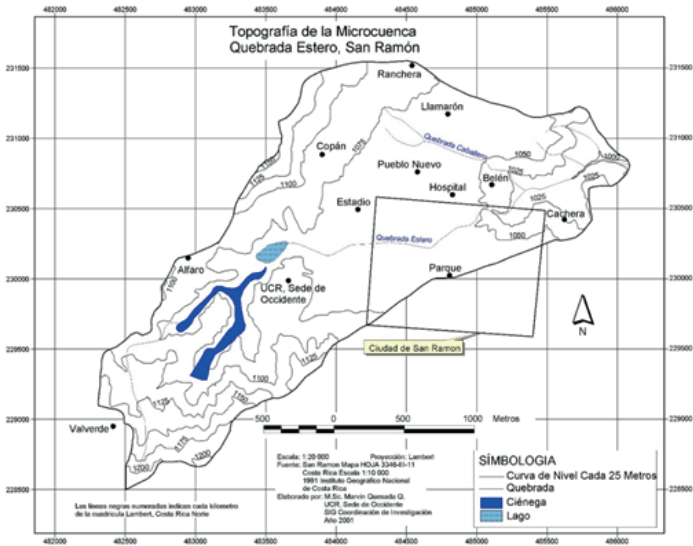
Una vez analizadas las circunstancias históricas, sociales y naturales que provocan y acentúan las inundaciones es imperativo señalar las áreas que normalmente se inundan. De hecho, esto se hace tomando en cuenta los registros históricos analizados y algunas versiones de líderes comunales, así como las características biofísicas que muestra la microcuenca.

En la figura N° 6 se puede observar que en el sector Oeste de la ciudad de San Ramón, que cubre gran parte de la urbanización El Porvenir, el barrio El Tremedal y ciertos puntos de la ciudad, así como cerca del barrio La Cachera, existen áreas que han sufrido inundaciones provenientes de la quebrada Estero. En

estos sectores, primeramente, el modelado topográfico favorece la ocurrencia de inundaciones; en los primeros tres sectores mencionados existe una planicie que se inunda especialmente durante aguaceros intensos o persistentes.

En segundo lugar, en La Cachera existe una serie de viviendas ubicadas en las riberas de la quebrada que se han inundado por el hecho de que a esta altura el curso fluvial ha

Figura 6
Modelado topográfico que favorece las inundaciones por parte de la quebrada El Estero.



Fuente: Marvin Quesada Quesada.

recogido mayor caudal, producto de las aguas residuales de gran parte de la ciudad y el afluente principal de la quebrada Caballero ha desembocado en su curso inferior. Además, la caída de agua conocida como el Salto, acelera la velocidad del caudal e inunda algunas viviendas de ese caserío, sobre todo cuando azotan ciertos huracanes o durante fuertes lluvias.

3.8 SECTORES SOCIOECONÓMICOS AFECTADOS

Durante los mayores eventos anegadizos que se han suscitado en la microcuenca, el sector residencial ha sido el más afectado, ya que cubre una mayor área. Sin embargo, desde el punto de vista económico, han sido los comercios los que han sufrido mayores pérdidas económicas. El sector agrícola prácticamente no ha tenido pérdidas, dado que en su mayoría se dedica a cultivos como el café o caña de azúcar y estos se ubican en la parte superior o alejada de las áreas que normalmente se inundan.

La zona urbana, particularmente las barriadas de El Porvenir, El Tremedal y parte de las viviendas que se ubican en las inmediaciones de la quebrada, son los sectores más propensos a las inundaciones; en una extensión que puede cubrir desde los veinte hasta los doscientos metros en ambas márgenes. Como ya se mencionó, los sitios más amenazados son aquellos que se ubican sobre la quebrada y las viviendas que poseen sótano o planta baja, los cuales se encuentran por debajo del nivel de la carretera. Estas viviendas pertenecen a sectores sociales bajos y medios (Cordero, 2011).

En segundo lugar, son varios los comercios que han sido afectados por las inundaciones, especialmente por aquellas de gran envergadura, como la acaecida en 1974, con el Huracán Fifi. De acuerdo con las entrevistas realizadas a algunos líderes comunales, los principales comercios que han sufrido daños y pérdidas económicas, durante ese huracán y otros son: las farmacias El Pueblo, el Águila de Oro, la antigua ferretería DIMAR, el edificio donde se ubica el PALÍ, algunas tiendas, negocios de abarrotes, tramos y carnicerías del Mercado Municipal.

De la misma forma, hay servicios que han sido afectados, tal es el caso de las Paradas de Autobuses con servicio San

Ramón-Puntarenas, San Ramón-San José y la Parada Municipal que cubre las rutas de San Ramón-Palmares-Naranjo y los distritos. Aunque estas terminales aparentemente no han sufrido pérdidas económicas, han tenido que trasladar sus servicios momentáneamente, mientras bajan los niveles de las aguas. Esta situación ha sucedido durante la influencia de ciertos huracanes tropicales (Figura 7).

Por último, como se puede observar en la figura 8, la proporción de caudal ha ido aumentando con el tiempo hacia la quebrada El Estero, aunque este aumenta de forma inmediata apenas llueve, dado que el poder de infiltración de los suelos es incipiente debido a la poca interceptación que ofrece la vegetación de la microcuenca.

4. CONCLUSIONES

Esta investigación ha mostrado, de forma integral, las condiciones que influyen en las inundaciones de la quebrada Estero. De esta forma, se ha podido precisar que la causa de dichas inundaciones depende de distintas variables, tanto ambientales como variables sociales, que están interrelacionadas.

De continuar el ritmo acelerado del cambio climático, en un futuro próximo se podrían intensificar las inundaciones en algunas zonas de Costa Rica, como es el caso de la Microcuenca la Quebrada El Estero. Como se analizó en esta investigación, se están produciendo precipitaciones muy intensas en periodos cortos de tiempo y, conociendo las particularidades geográficas que presenta la quebrada en estudio, se sabe que en pocos minutos, tanto tragantes, caños, alcantarillas y partes de la misma quebrada se colapsan, produciendo inundaciones.

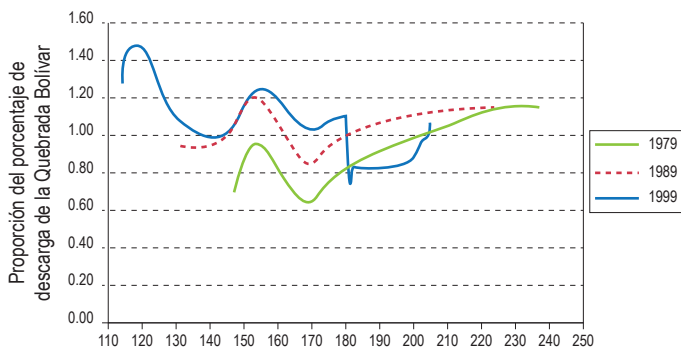
Por tanto, este estudio es una base para investigaciones posteriores, los cuales podrían ser finalmente un aporte más para incentivar un ordenamiento territorial integral del Cantón de San Ramón.

Figura 7
Inundación en la parada municipal de San Ramón, 1950



Fuente: Museo Regional de San Ramón.

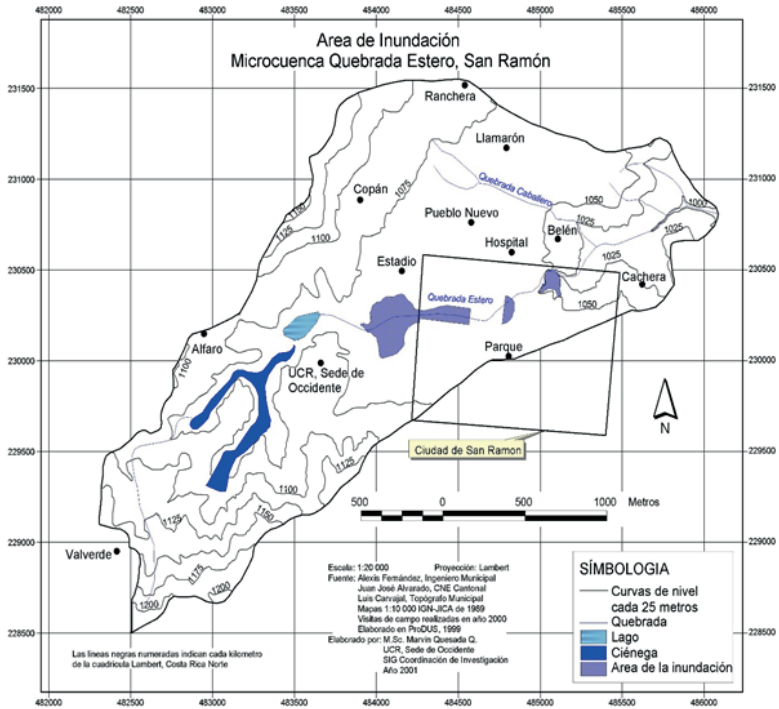
Figura 8
Aumento de caudales por década en la quebrada El Estero.



Fuente: Marvin Quesada Quesada.

Figura 9

Sitios que se inundan durante crecidas de la quebrada El Estero.



Fuente: Marvin Quesada Quesada.

REFERENCIAS

- Barnett, T. et ál. (2005). Penetration of human-induced warming into the world's oceans. *Science*. 309, (5732).
- CEPAL. (2011). *La Economía del cambio climático para Centroamérica*. C/MEX/L.1016. Copyright © Naciones Unidas.
- Cordero Araya, Ulices. Inundación en San Ramón, Alajuela. Octubre(2011) (*Comunicación personal*).

- Durán, R. (1999). *Mittelamerika nach dem Hurrikan Mitch- Risikomanagement und Katastrophenvorbeugung. Entwicklung und Ländlicher Raum.* 33, (4).
- Enfield, D, B. y Alfaro E. J (1999). The dependence of Caribbean rainfall on the interaction of the Tropical Atlantic and Pacific Oceans. *En: Journal of Climate*, 12, 2093-2103.
- Hansen, J. (2005). A slippery slope: How much global warming constitutes “dangerous anthropogenic interference?”. *Climatic Change.* 68, (3).
- Giannini A., Kushnir, Y., y Cane, M.A. (2000). Interannual variability of Caribbean rainfall. ENSO and the Atlantic Ocean: *En Journal of Climate.* 13. 297-311.
- Global Water Partnership Centro America. (2011). *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: Hacia una gestión integrada.* Tegucigalpa. Recuperado de: http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/SituaciondelosRecursosHidricos.pdf
- IPCC, (2007). *Cambio climático Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)].* IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs. Recuperado de: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf.
- IPCC/PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2007). *Cambio Climático: informe de síntesis,* Cambridge University Press.
- Levitus, S., J. Antonov y T. Boyer (2005). Warming of the world ocean, 1955–2003. *Geophysical Research Letters.*32, (2).

MARENA (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua) (2010). *Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático – Plan de Acción 2010-2015*, Managua.

SICA/CEPREDENAC (Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central) (2010). CEPREDENAC. Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central. Recuperado de: http://www.sica.int/cepredenac/contexto_reg.aspx.

Uribe, A y otros (1999). *Reducing vulnerability to natural hazards: Lessons learned from hurricane Mitch. A strategy paper on Environmental Management. Banco Interamericano de Desarrollo.*

Waylen, P., C. Caviedes y M. Quesada (1996). Interannual variability of monthly precipitation in Costa Rica. *Journal of Climate*. 9, (10).

Zeng, Z., Y. Wang y C. Wu (2007). Environmental dynamical control of tropical cyclone intensity: An observational study. *Monthly Weather Review*. 135, (1).

ACERCA DEL AUTOR

Marvin E. Quesada Quesada. Profesor catedrático. Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. Laboró para el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en manejo de cuencas hidrográficas y para la Organización de Estados Americanos (OEA) en hidroclimatología.

SEGUNDA PARTE

**GESTIÓN JURÍDICA
DEL RECURSO
HÍDRICO**

APLICACIÓN DEL PRINCIPIO «QUIEN CONTAMINA PAGA» EN EL PROYECTO DE LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO

APPLICATION OF THE «WHOEVER POLLUTER PAYS» PRINCIPLE IN THE LAW PROYECT FOR INTEGRATED MANAGEMENT OF WATER RESOURCE

Marlenne Alfaro Alfaro

Palabras clave

Recurso hídrico, principio «quien contamina paga», externalidades, tributos medioambientales, canon del agua, canon ambiental por vertidos.

Keywords

Water resource, whoever polluter pays principle, externalities, environmental taxes, water tax, environmental rate for dumping.

Resumen

El presente artículo plantea la necesidad de utilizar el instrumento fiscal, en concreto los tributos medioambientales, como una forma efectiva de evitar la contaminación del recurso hídrico en Costa Rica; en lugar de emplear figuras como el canon ambiental por vertidos, establecido vía reglamentaria, mediante Decreto Ejecutivo N° 34431-MINAE-S del 04 de marzo de 2008 y el canon del agua propuesto en el proyecto de Ley para la gestión integrada del recurso hídrico. Esto puesto que la figura del canon no es congruente ni con los objetivos y principios planteados en la ley mencionada, ni con las tendencias actuales de protección del agua que buscan, de manera preventiva, evitar la contaminación de este recurso vital y agotable.

Abstract

This article raises the need to use the fiscal instrument, in particular the environmental taxes, as an effective way to prevent contamination of the water resources in Costa Rica, instead of using figures such as environmental rate

for dumping, established through regulations by Executive Decree No. 34431 - MINAE- S of March 4, 2008 and the water tax proposed in the bill for the integrated management of water resource. This, so long as the figure of the rate is not congruent with the objectives and principles laid down in this law, neither with current trends in water protection, that proactively are seeking to prevent pollution of this vital and exhaustible resource.

1. INTRODUCCIÓN

El medio ambiente y la protección especial del recurso hídrico han sido temas recurrentes en los diferentes foros, tanto a nivel nacional como internacional. La preocupación central es, a mi criterio, de qué forma podemos emplear los diferentes instrumentos políticos, legales, fiscales y económicos, para procurar un cambio de comportamiento de los agentes o entes generadores de contaminación, que favorezca efectivamente la protección de estos recursos.

En este marco, el presente artículo pretende analizar el uso de los instrumentos fiscales como una herramienta que permita limitar y evitar aquellos comportamientos que perjudican directa o indirectamente el vital recurso del agua.

El Principio «quien contamina paga» se origina en el campo de las ciencias económicas y está íntimamente relacionado con el tema de las externalidades del mercado y de los costes sociales producidos por el deterioro medioambiental. Según Rosen (2002, p.81) “Cuando la actividad de un agente (una persona o una empresa) influye directamente sobre el bienestar de otro de un modo que no aparece reflejado en los precios del mercado, el efecto recibe el nombre de **externalidad** (porque el comportamiento del agente afecta directamente el bienestar de otro agente que es “externo” a aquél).”

Las externalidades pueden afectar de manera positiva o negativa a terceras personas, pero en el presente artículo nos centraremos en aquellas cuyos efectos son perjudiciales para

la protección adecuada del recurso hídrico en nuestro país, en concreto, el tema de la contaminación de este recurso.

2. EL PRINCIPIO «QUIEN CONTAMINA PAGA» Y LOS TRIBUTOS MEDIOAMBIENTALES

A través del principio de «quien contamina paga» se busca distribuir los costes sociales producidos por las externalidades negativas (contaminación) entre los agentes contaminadores, por lo cual, los problemas fundamentales surgen a partir de las interrogantes ¿cómo podemos valorar esas externalidades? y ¿de qué forma cobrarlas? Sin embargo, a la aplicación de este principio se le cuestiona, principalmente, el hecho de que al establecer un coste económico que se debe pagar por la externalidad negativa generada (contaminación), su aplicación se convierte en una forma indirecta de consentir esa contaminación; por lo que en definitiva, a mi criterio, no es un instrumento idóneo para la correcta protección del recurso hídrico.

Es importante acotar que el pago del canon ambiental por vertidos no significa que se esté otorgando, por parte de la administración pública, una licencia o permiso para contaminar, de manera indiscriminada, ya que existen límites máximos de contaminación establecidos. El Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, Decreto Ejecutivo N° 33601-MINAE-S del 9 de agosto de 2006, en los artículos 4 y 17, establece la obligación de todo ente generador de dar tratamiento a sus aguas residuales; así como los límites para el vertido de estas aguas con valores permisibles de acatamiento obligatorio para los entes generadores y con un intervalo de variación que será establecido por los límites de confianza al 95% del respectivo parámetro. A mi criterio, a pesar de la existencia de dichos límites, lo cierto es que el canon por vertidos en nuestro país utiliza un concepto distinto del que corresponde a los tributos medioambientales. Como se expondrá en este artículo, se considera a los cuerpos de agua

como bienes de dominio público, respecto de los cuales se puede otorgar un permiso a los particulares para el vertido de sustancias contaminantes, es decir, se parte de que un uso permitido de esos cuerpos de agua es el vertido de dichas sustancias; en tanto que la idea que fundamenta los tributos medioambientales es la de producir un cambio de comportamiento en el ente generador, de provocar un efecto disuasorio, elemento que no se encuentra inserto en el actual canon por vertidos, ni en el propuesto en el proyecto de ley para la gestión integrada del recurso hídrico.

Por tal razón, más que cobrar a quien contamina el recurso hídrico, calculando el coste social que genera dicha contaminación y cobrándoselo al agente contaminante, se deben buscar otros instrumentos que desmotiven el comportamiento contaminante y obliguen a buscar mecanismos tecnológicos modernos que permitan descartar los residuos contaminantes sin utilizar el agua como medio para deshacerse de ellos. Los tributos medioambientales se constituyen, de esta forma, en una herramienta más eficaz para alcanzar dicho objetivo, al gravar los hechos que incidan negativamente en el medio ambiente, en concreto en el recurso hídrico, pero no como un permiso, sino con la finalidad de disuadir el comportamiento contaminante y, en definitiva, generar un cambio positivo para el ambiente.

Los tributos¹ tienen como finalidad principal la recaudación de ingresos a favor del erario público; sin embargo, la doctrina y legislación han reconocido la existencia de finalidades extrafiscales, entre las cuales destaca precisamente la de disuasión de comportamientos a través de la creación de los denominados

¹ “El tributo es un ingreso público de derecho público, obtenido por un ente público, titular de un derecho de crédito frente al contribuyente obligado, como consecuencia de la aplicación de la ley a un hecho indicativo de capacidad económica, que no constituye la sanción de un ilícito. En cuanto al instituto jurídico se manifiesta no sólo como una obligación de contenido económico, sino también como un conjunto de prestaciones diversas, cuya exigencia da lugar a distintos procedimientos administrativos”. Queralt, Lozano, Casado y Tejerizo (2001) p. 79.

tributos medioambientales. Torrealba (2009), refiriéndose a este tipo de finalidad extrafiscal de los tributos, plantea lo siguiente:

En otros casos, el comportamiento a disuadir es, precisamente, el comportamiento previsto en el hecho generador. Estamos entonces antes (sic) las figuras típicamente disuasorias, en que la característica central es que el fin fiscal o recaudatorio y el extrafiscal están en relación de contradicción. La doctrina suele decir que se da, entre ambas finalidades, una relación de eficacia inversamente proporcional: entre más se recaude, menos se alcanzará el fin extrafiscal y viceversa. De este modo, lo que se busca no es, como es normal, que se verifique el hecho generador sino, por el contrario, que no se verifique, pues se considera que ese hecho es un comportamiento que se quiere evitar. (p.30)

Sobre este tema, César Augusto Domínguez Crespo (2010), en su ensayo: «Tributos medioambientales: la necesidad de incluir sus principios rectores en nuestros códigos tributarios», señala que la materia imponible de este tipo de tributos está constituida por hechos que inciden negativamente sobre el medio ambiente,

Consideramos que en este elemento de la tributación ambiental se encuentra el auténtico sostén de la misma. Podemos prescindir de enunciar la idea de quien contamina paga, pero no podríamos dejar de incluir la esencia de la tributación medioambiental que se encuentra en gravar hechos que inciden negativamente sobre el medio ambiente (p.502)

Respecto de las ventajas de los tributos como instrumentos económicos de protección del medio ambiente, el autor Juan Luis Martínez Merino (2008) señala que, de acuerdo con la OCDE

(1989), estos instrumentos se caracterizan por influir sobre los costes y beneficios de las diversas opciones entre las que pueden elegir los agentes económicos, de tal forma que promuevan una modificación de las acciones de los agentes en un sentido favorable para el medio ambiente. Según lo plantea acertadamente este autor, son instrumentos diseñados para sensibilizar a los productores y a los consumidores, para que realicen un uso responsable de los recursos, evitando la contaminación mediante el empleo de incentivos o desincentivos que internen los costes externos medioambientales. Según Martínez (2008)

Al contrario de lo que sucede con los controles directos, que coaccionan a los agentes, los instrumentos económicos permiten que los agentes reaccionen libremente al utilizar las señales económicas de los mercados, eligiendo la solución que les parezca más ventajosa. Entonces, los contaminadores pueden decidir entre contaminar y pagar por ello, o destinar parte de sus recursos a la investigación de tecnologías limpias con el fin de reducir sus emisiones contaminantes y así evitar la obligación de pagar (p. 94).

3. EL PROYECTO DE LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HIDRICO: ANÁLISIS DEL CANON DEL AGUA

En Costa Rica, el tema del recurso hídrico se encuentra regulado por la Ley de Aguas de 1942; no obstante, esta ley, por su antigüedad, no responde a las necesidades y tendencias actuales en materia de protección de este importante recurso natural. Por tal razón, mediante el expediente legislativo número 17.742, se plantea el proyecto de ley para la gestión integrada del recurso hídrico, el cual fue propuesto por la Alianza Nacional para la

Defensa del Agua (ANDA), e ingresó a la corriente legislativa el 25 de mayo de 2010, donde recibió dictamen afirmativo unánime el 27 de marzo de 2014, en la Comisión Permanente Especial de Ambiente.

Resulta interesante analizar en el indicado proyecto de ley para la gestión integrada del recurso hídrico (2014), el objeto que se plantea en el artículo 1 al indicar que esta nueva ley busca «regular la tutela, el aprovechamiento y el uso sostenible del agua continental y marina que se considera un recurso limitado y vulnerable, por lo que su gestión será integrada de tal forma que garantice su acceso universal, solidario y equitativo, en cantidad y calidad adecuadas». De igual forma, en el artículo 2, incisos d) y g), se enuncia como principio general de esta el aprovechamiento sostenible del agua, el cual «debe realizarse de manera eficiente, utilizando infraestructura y tecnología adecuadas para **evitar su agotamiento, desperdicio y contaminación**» (p.2) (la negrilla es propia); así como la definición y la regulación del «daño ambiental: quien ocasione daños al recurso hídrico o a los ecosistemas asociados a este deberá reponerlos a su estado anterior. Cuando ello no sea posible, procederá a mitigarlo sin menoscabo de su deber de compensar o indemnizar los daños y perjuicios producidos a terceros o a la sociedad» (p.3). Lo anterior nos permite concluir que, tanto en sus objetivos como en sus principios, esta nueva ley busca la promoción de comportamientos a favor de la protección del recurso hídrico, así como acciones para evitar su contaminación, aspecto que se interesa destacar para los objetivos del presente trabajo.

Al continuar con el análisis del proyecto de ley, en el Título V. denominado *Régimen económico-financiero del agua*, se crea en el artículo 110 el Canon del Agua, como «un instrumento económico para la gestión integrada del recurso hídrico, la **promoción** del uso eficiente y sostenible, la **protección** del recurso y **prevención** del origen de la contaminación y la

recuperación de la calidad del cuerpo de agua» (p.41-42). Por su parte, el artículo 111 señala que son sujetos al pago de este canon, «todas las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas y las municipalidades, que aprovechen el agua o usen los cuerpos del agua para introducir, transportar y eliminar **vertidos que puedan provocar modificaciones en la calidad física, química o biológica del agua.**» (p.42) (la negrita es propia). Encontramos, de esta forma, que la creación del citado canon, en lugar de promover comportamientos que eviten la contaminación del recurso hídrico, introduce un hecho que incide negativamente en el medio ambiente al alterar la calidad de dicho recurso, esto debido a que permite introducir, transportar y eliminar sustancias contaminantes en el agua y cuerpos de agua.

Con los recursos provenientes de este canon se financiará, en parte, el fondo para la gestión integrada del recurso hídrico, el cual será administrado por la Dirección Nacional del Agua (DINA), esto según lo que se establece en el artículo 112, inciso b) del citado proyecto de ley. Los fondos recaudados se destinarán, entre otros fines, para incentivar el uso y aprovechamiento racional del agua de forma eficaz y sostenible, promover la prevención y reducción de la contaminación desde la fuente de generación y favorecer la innovación tecnológica y la mejora de los procesos productivos en la actividad económica (artículo 113 incisos a), b) y c) del proyecto de ley 17.742).

Vemos que la figura creada como canon del agua en los artículos precitados del proyecto de ley de la gestión integrada del recurso hídrico confunde –según mi criterio– dos aspectos: el aprovechamiento del agua como bien de dominio público, cuyo uso por los particulares se realiza a través de la concesión y el consecuente pago de un canon; con algo totalmente distinto, que es la imposición de un tributo medioambiental (impuesto, tasa o contribución especial) como instrumento económico-fiscal para promover comportamientos que disminuyan la contaminación

del recurso hídrico. Considero que existe una grave contradicción en el proyecto de ley en relación con este punto, puesto que si bien los objetivos, principios e inclusive la definición que se hace de la figura del canon en el artículo 110 del proyecto corresponden con el hecho generador y el fin de un tributo medioambiental, se termina utilizando una figura que no coincide con estos: el canon. Esta situación, en definitiva, se constituye en una licencia o permiso para contaminar, en tanto el sujeto pasivo de dicho canon realice el pago de este, tendrá el derecho de introducir, transportar y eliminar vertidos contaminantes en el agua, al modificar la calidad física, química y biológica de este vital recurso.

4. ANÁLISIS DEL CANON AMBIENTAL POR VERTIDOS

La Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia de Costa Rica, en la resolución 2006-009170 de las dieciséis horas treinta y seis minutos del veintiocho de junio del dos mil seis, expediente 05-002584-0007-CO, analizó la distinción entre las figuras del canon y el tributo, al resolver una acción de inconstitucionalidad contra el Decreto Ejecutivo N° 311756-Minae “Reglamento de creación del canon ambiental por vertidos”. Al rendir su informe respecto de la citada acción de inconstitucionalidad, la Procuraduría General de la República señala que el canon no es un tributo, toda vez que el primero a diferencia del segundo, se paga por parte de un particular como contraprestación por el uso o aprovechamiento de un bien de dominio público, por lo cual no le es aplicable el Principio de Reserva de ley propia de los tributos; por lo tanto, el canon no se impone de forma coactiva, depende de la solicitud voluntaria del interesado que tramite el permiso de vertidos correspondiente. En concreto, respecto del canon ambiental por vertidos, la Procuraduría señala que este:

está sujeto a que el administrado use el servicio ambiental

de los cuerpos de agua –bien de dominio público- para el transporte, la dilución y eliminación de desechos líquidos que puedan generar efectos nocivos sobre el recurso hídrico, los ecosistemas relacionados, la salud humana y las actividades productivas para lo cual deberá de tramitar el permiso de vertidos correspondiente (Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia de Costa Rica, resolución 2006-009170, p.3).

Por su parte, la Sala Constitucional, al analizar la constitucionalidad del referido reglamento creado vía decreto ejecutivo, se centra en determinar si la figura del canon ambiental por vertidos allí regulada es o no un tributo y si, en consecuencia, le aplica o no el Principio de Reserva de Ley, establecido en el artículo 121 inciso 13 de la Constitución Política, al respecto y concluye que de tratarse de una figura creada como una contraprestación a cargo del particular por el uso o aprovechamiento de un bien de dominio público, entonces no es un tributo y no está sujeto al citado Principio de Reserva de Ley. Para llegar a esta conclusión, la Sala establece, en la resolución que aquí se analiza, tres diferencias básicas entre un canon y un tributo:

En síntesis son tres las diferencias que se pueden establecer entre un tributo y un canon, aunque ambas son obligaciones pecuniarias exigidas por la Administración, *primero* el cobro de un tributo se da en virtud del ejercicio de una potestad de imperio y el cobro de un canon en virtud de una concesión o permiso, por lo tanto se obliga a quien solicita voluntariamente la concesión o el permiso; *segundo* en virtud de que el obligado tributario es una generalidad de administrados, para el cobro de un tributo no es necesario suscribir un contrato, situación diferente al concesionario o permisionario, donde se establece una relación bilateral con la Administración, por lo cual generalmente se firma un contrato o se da el

otorgamiento de un permiso; y el *tercero* el administrado que paga un tributo no lo hace en virtud de una contraprestación sino por el deber de contribuir a las cargas públicas, en cambio, el administrado que paga un canon lo hace en virtud de que a cambio recibe el derecho de uso y/o aprovechamiento de un bien de dominio público (Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia de Costa Rica, resolución 2006-009170, p.17).

Nótese cómo en la resolución 9170-2006 supra citada, la Sala Constitucional expresamente acepta que la figura del canon por vertidos, regulada por el Decreto Ejecutivo objeto de la acción de inconstitucionalidad, es un permiso que le otorga el Estado al administrado para que contamine el recurso hídrico, al señalar en el Considerando VIII lo siguiente:

Se entiende entonces que el cobro de este canon está asociado al *permiso de vertidos*, y que el permisionario acepta de antemano que los vertidos que introducirá en el agua provocarán su contaminación, de forma tal que, el cobro del canon no es una sanción por contaminar sino el pago adelantado que se hace por aceptar que el uso que se le dará al agua la contaminará (Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia de Costa Rica, resolución 2006-009170, p.19).

Mediante el Decreto Ejecutivo N° 34431-MINAE-S del 04 de marzo de 2008, publicado en La Gaceta N° 74 del 17 de abril de 2008, se estableció el actual Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos, el cual busca cumplir con lo ordenado por la Sala Constitucional en el referido voto 9170-2006, en cuanto este estableció que si bien no se encontraron vicios de inconstitucionalidad en el Decreto Ejecutivo No. 31176-MINAE, sí era necesario que los recursos provenientes de la aplicación de este canon ingresaran en la caja única del Estado y no en

una cuenta especial creada para tal fin en el fideicomiso N° 544 FONAFIFO Banco Nacional de Costa Rica. De tal manera que el Decreto Ejecutivo N° 34431-MINAE-S se implementa para solucionar esta situación.

Resulta interesante cómo en los considerandos de este último reglamento del canon ambiental por vertidos (Decreto 34431-MINAE-S), se citan estudios que demuestran la contaminación del agua en diferentes cuencas y ríos del país, haciendo énfasis en la necesidad de regulación preventiva y disuasiva de las acciones contaminantes; pero se mantiene en definitiva la misma figura del canon como una contraprestación que deberán cancelar quienes utilicen el servicio ambiental de los cuerpos de agua, vistos como un bien de dominio público, para el transporte y eliminación de desechos contaminantes. Este canon es definido en el artículo 4 del reglamento de la siguiente forma:

El canon ambiental por vertidos es un instrumento económico de regulación ambiental, que se fundamenta en el principio de “quien contamina paga” y que pretende el objetivo social de alcanzar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, de conformidad con lo establecido en el artículo 50 de la Constitución Política, a través del cobro de una contraprestación en dinero, a quienes usen el servicio ambiental de los cuerpos de agua, bien de dominio público, para el transporte, y eliminación de desechos líquidos originados en el vertimiento puntual, los cuales pueden generar efectos nocivos sobre el recurso hídrico, los ecosistemas relacionados, la salud humana y las actividades productivas (Decreto ejecutivo N° 34431-MINAE-S, 2008, p.2).

Como fundamento del canon se señala “el uso de los cuerpos de agua para verter en ellos sustancias nocivas que de algún modo alteren y/o generen daños en su calidad, al ambiente

o a la sociedad” (Decreto ejecutivo N° 34431-MINAE-S, 2008, p.2). Este fundamento, según mi criterio, entra nuevamente en contradicción con la propuesta de protección del recurso hídrico en nuestro país, sobre todo si se analiza la información sobre la contaminación de los principales ríos, cuencas y microcuencas nacionales que se presenta en el Considerando 3 del mismo reglamento de regulación del canon ambiental por vertidos, el cual señala de manera alarmante que:

de conformidad con las campañas de monitoreo de la contaminación que realiza el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, con los estudios realizados por la Municipalidad de San José, por las firmas ABT Associates, Program S.A., la Universidad Nacional, Instituto Tecnológico de Costa Rica y otros similares, sobre la contaminación de diversos ríos del país tales como Tempisque, Térraba, Grande de Tárcoles, Reventazón y en otros más pequeños como el Virilla, María Aguilar, Tiribí, Torres, Segundo, Bermúdez, Ciruelas, en el Golfo de Nicoya y en general sobre las principales cuencas y microcuencas nacionales, se ha llegado a determinar que, según la normativa internacional, los actuales niveles de contaminación de los cuerpos de agua sobrepasan o amenazan con sobrepasar los límites máximos tolerables para el abastecimiento humano, para el riego y para la sobrevivencia de los ecosistemas naturales (Decreto ejecutivo N° 34431-MINAE-S, 2008, p.1).

Finalmente, considero oportuno señalar que cuando se otorga una licencia para verter en los cuerpos de agua líquidos residuales que contienen sustancias contaminantes, aun cuando se establezcan límites máximos permisibles de presencia de dichas sustancias en los vertidos, se corre un riesgo muy grande si analizamos que, sumado al elemento ya de por sí nocivo que se genera en este recurso al introducir sustancias contaminantes,

surge el problema de la existencia de controles eficaces y oportunos sobre el cumplimiento o no de dichos límites por parte de los entes generadores de los vertidos. Los artículos 7 y 8 del reglamento supracitado establecen el cobro del canon sobre la carga contaminante neta vertida, medida en kilogramos, de los parámetros de contaminación denominados «Demanda Química de Oxígeno» (DQO) y «Sólidos Suspendidos Totales» (SST); calculando el monto del canon por kilogramo de carga contaminante neta, vertida, de los parámetros de contaminación seleccionados. Por su parte, los artículos 16 inciso c) y 17 establecen la obligación de los entes generadores de actualizar la información sobre sus vertidos mediante la presentación del Formulario de Actualización de Declaración de Vertidos, con una frecuencia mínima de una vez al año, so pena de revocarse el permiso cuando esa declaración no sea actualizada en dos períodos consecutivos. Es decir, que se deja como una responsabilidad del sujeto permisionario, a través de su indicada declaración jurada, la determinación de la información sobre sus vertidos, situación que resulta sumamente preocupante.

5. CONCLUSIONES

El principio «quien contamina paga» se plantea, en el proyecto de ley para la gestión integrada del recurso hídrico, como una forma de cobrar cuando se produce la contaminación, como un permiso para el ente generador de desechar en los cuerpos de agua, previo tratamiento, las aguas residuales que produzca su actividad, a través de la figura del canon ambiental por vertidos.

La correcta protección del recurso hídrico debe realizarse de manera preventiva, para lo cual los instrumentos fiscales cumplen mejor esta función a través de los tributos medioambientales, que tienen la finalidad extrafiscal de disuadir a los administrados de realizar aquellos comportamientos que producen un deterioro del recurso hídrico, comportamientos

como la introducción, transporte y eliminación de sustancias contaminantes a través de su desecho en el agua o los cuerpos de agua. La contaminación del agua con vertidos es una conducta que se quiere evitar, el objetivo es que esta no se realice, por ello es necesario invertir el mensaje que se envía al administrado, a través de la utilización de la figura del canon, mediante la creación de un verdadero tributo medioambiental.

El uso del agua para eliminar vertidos contaminantes no es apropiado, toda vez que en lugar de procurar su protección promueve su deterioro y destrucción. De ahí que, si bien es posible la utilización de la figura del canon en aquellos casos en que el administrado hace un uso no contaminante de este bien de dominio público y paga a cambio una contraprestación, no debe permitirse su empleo en aquellos casos en que se genere un deterioro directo del medio ambiente y del recurso hídrico, como ocurre en el supuesto de la figura del canon por vertidos.

El fin último de los tributos no es recaudatorio, sino la satisfacción de las necesidades públicas; por ello los tributos medioambientales tienen una relación de eficacia inversamente proporcional, es decir, entre menor sea la recaudación por concepto del tributo, mayor será el alcance de su finalidad extrafiscal. Por tal motivo, en la protección de este recurso deben emplearse figuras cuyo objetivo no sea meramente recaudatorio o permisivo. La discusión de fondo entre el empleo de una u otra figura es en definitiva: ¿Cómo debemos proteger el recurso hídrico: otorgando un permiso para verter, –dentro de ciertos límites–, sustancias contaminantes en los cuerpos de agua o creando tributos medioambientales con la finalidad de generar un cambio en el comportamiento humano que prevenga la contaminación de este vital recurso?. La respuesta depende en gran medida del planteamiento político-legal del tema y del compromiso real de la sociedad civil y de las autoridades correspondientes, para la protección del agua que día con día se contamina y agota a nivel nacional y mundial.

REFERENCIAS

- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2014). Ley para la gestión integrada del recurso hídrico, expediente N° 17.742. Redacción Final. Comisión Permanente Especial de Redacción, Departamento de Comisiones Legislativas.
- Domínguez Crespo, C,A. (2010). Tributos medioambientales: la necesidad de incluir sus principios rectores en nuestros códigos tributarios. En Salcedo Younes, Ruth Yamile et al. (2010) *Modelo de Código Tributario para América Latina, tendencias actuales de tributación* (1ª ed.). Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.
- Ley de Aguas. Ley N° 276 de 27 de agosto de 1942.
- Martínez Merino, J,L. (2008). *Instrumentos económicos para la protección del medio ambiente*. Madrid, España: Dykinson.
- Queralt, J,M., Lozano Serrano, C., Casado Ollero, G. y Tejerizo López, J,M. (2001). *Curso de Derecho Financiero y Tributario* (12^{va} ed.). Madrid: Editorial Tecnos.
- Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, Decreto Ejecutivo N° 33601-MINAE-S del 09 de agosto de 2006, publicado en el Alcance N° 8 a *La Gaceta* N° 55 del 19 de marzo del 2007.
- Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos. Decreto Ejecutivo N° 34431- MINAE-S del 04 de marzo de 2008, publicado en *La Gaceta* N° 74 del 17 de abril de 2008.
- Rosen, H.S. (2002). *Hacienda Pública* (5ª ed.). España: McGraw-Hill.

Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia. San José.
Resolución 2006-009170 de las dieciséis horas treinta y
seis minutos del veintiocho de junio del dos mil seis.

Torrealba Navas, A. (2009). *Derecho Tributario: Parte General*
(1ª ed.). San José, CR: Editorial Jurídica Continental.

ACERCA DE LA AUTORA

Marlenne Alfaro Alfaro. Máster en Asesoría Fiscal. Docente de la carrera de Derecho de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente.

EL FUNDAMENTO CONSTITUCIONAL DEL RECURSO HÍDRICO Y EL PROYECTO DE LEY PARA SU GESTIÓN INTEGRADA: SU TRÁMITE LEGISLATIVO

THE CONSTITUTIONAL BASIS OF WATER AND ITS BILL MANAGEMENT. THE LEGISLATIVE PROCESS.

Jorge Córdoba Ortega

Palabras clave

Recurso hídrico, Proceso legislativo, Constitución Política de la República de Costa Rica.

Keywords

Water resource, process of the law, Political Constitution of Costa Rica.

Resumen

En este artículo se analiza el marco constitucional y legal del recurso hídrico en Costa Rica. Se revisa, además, el trámite del proyecto de “Ley para la gestión integrada del recurso hídrico”, Expediente No. 17.742, así como la consulta legislativa facultativa de constitucionalidad planteada a esta iniciativa.

Abstract

In this article, we analyze the constitutional and legal reference of the water resource in Costa Rica. At the same time, it reviews the legal process of the law project for the water resource, file number 17.742.

1. INTRODUCCIÓN

En primer término, quiero agradecer a los organizadores del Foro Interinstitucional sobre el Recurso Hídrico en la Región de Occidente, la oportunidad que me brindaron de participar en

tan importante evento académico, entre quienes debo mencionar a los profesores de la Universidad de Costa Rica, Maynor Badilla Vargas y William Solórzano Vargas.

Este artículo busca presentar la base constitucional y legal del recurso hídrico en Costa Rica, tema que se ha visto en una profunda y larga discusión en los diferentes ámbitos institucionales, universitarios y de la sociedad civil. Entre estos, la Asamblea Legislativa, en la cual se está discutiendo una iniciativa que es de gran trascendencia para nuestro país, pasando necesariamente por la revisión de la Sala Constitucional, situación que estudiaremos líneas más adelante.

Entre los objetivos que me he propuesto, tenemos: revisar el marco constitucional que regula el recurso hídrico en Costa Rica y su legislación actual; presentar las reformas constitucionales que buscan calificar el agua como un derecho humano, revisar el contenido general del Expediente No. 17742 “Ley para la gestión integrada del recurso hídrico” y analizar de forma general el Voto No. 2014-012887, consulta legislativa facultativa de constitucionalidad al Expediente No. 17742 ya citado.

2. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA. 7 DE NOVIEMBRE DE 1949

Son varias las normas constitucionales que podríamos tomar como base para fundamentar una iniciativa como la del recurso hídrico. En este sentido, debemos citar el artículo 11 de la Constitución que desarrolla en su contenido el principio de legalidad y de transparencia en la función pública. Es evidente que en esta materia que estudiamos debe existir un sometimiento de las administraciones públicas al ordenamiento jurídico (principio de legalidad), de igual manera, las actuaciones de los funcionarios que intervienen en la gestión integrada del recurso hídrico deben ser transparentes. Le agregaríamos también que

debe haber evaluación de resultados y rendición de cuentas, pues se trata de una temática muy vulnerable. Otras disposiciones constitucionales a las cuales hacemos mención son: artículo 6 (soberanía del Estado, aguas territoriales), artículo 45 (derecho de propiedad), artículo 46 (derechos de los consumidores y usuarios a una información veraz y a la protección de la salud y el ambiente), artículo 50 (derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado), artículo 89 (protección de las bellezas naturales), artículo 121 inciso 14 (atribución de la Asamblea Legislativa en cuanto a la enajenación y la afectación a uso público de los bienes propios de la Nación, así como de la regulación de las fuerzas que puedan obtenerse de las aguas del dominio público en el territorio nacional).

3. REFORMAS CONSTITUCIONALES PLANTEADAS SOBRE EL DERECHO AL AGUA COMO DERECHO HUMANO

En la Asamblea Legislativa encontramos varios proyectos de ley en el trámite de Reforma Parcial a la Constitución Política, citamos en este estudio los más importantes. Aclaramos que con fundamento en las normas constitucionales y en el Reglamento de la Asamblea Legislativa, las iniciativas de Reforma Parcial a la Constitución Política (artículo 195) requieren como mínimo diez firmas entre diputados y diputadas, para su presentación. A continuación vemos las siguientes:

1. Reforma al Artículo 50 de la Constitución Política para hacer del agua potable un derecho humano. Expediente No. 17793. El contenido de la propuesta es la siguiente:

Artículo 50. El Estado procurará el mayor bienestar a todos los habitantes del país, organizando y estimulando la producción y el más adecuado reparto de la riqueza.

Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para

denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado.

El acceso al agua potable es un derecho humano.

El Estado garantizará, defenderá y preservará esos derechos. La ley determinará las responsabilidades y las sanciones correspondientes.

2. Reforma Constitucional para garantizar los derechos fundamentales a la salud y al acceso al agua. Expediente No. 17795. Esta propuesta solo modifica el artículo 21 constitucional y dice:

Artículo 21. La vida humana es inviolable.

Toda persona tiene derecho a la salud y a acceder al agua de forma suficiente, segura, física y económicamente asequible y en condiciones de calidad adecuadas para el consumo humano, tanto para uso personal como doméstico.

El Estado deberá garantizar la gestión sostenible y equilibrada de los recursos hídricos.

3. Reforma Constitucional de Adición de un artículo 50 bis a la Constitución Política para reconocer y garantizar el derecho humano de acceso al agua. Expediente No. 17946. Esta iniciativa adiciona un artículo 50 bis y un transitorio, indicando:

Artículo 50 bis.- Las aguas son un bien de dominio público esencial para la vida. El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. Toda persona tiene derecho de acceso al agua potable de forma suficiente, segura y a su saneamiento con arreglo a la ley.

Es deber del Estado y de toda persona velar por la defensa, protección y restauración del recurso hídrico.

El uso y explotación del agua se regirá por lo que establece la ley. Será prioridad el abastecimiento del agua a las poblaciones.

Las normas y las políticas públicas relacionadas con el agua deberán garantizar la gestión sostenible del agua y la solidaridad con las futuras generaciones.

TRANSITORIO ÚNICO.- Adiciónase un nuevo transitorio a las disposiciones transitorias del título XVIII, capítulo único de la Constitución Política, relacionado con el Artículo 50 bis. El texto dirá: “Se mantienen en vigor las leyes existentes, así como las concesiones vigentes y los permisos de uso actuales otorgados conforme a derecho, mientras no sea dictada una nueva ley que regule el uso, explotación y conservación del agua.” (Asamblea Legislativa, Proyecto de Ley No. 17946, 2010, p.7).

Estas son tres de las propuestas de más interés que buscan reformar parcialmente la Constitución Política, incluyendo el tema del recurso hídrico, su normativa y protección en el texto constitucional. No entramos a analizar el contenido de estas, pero sí consideramos que existe una preocupación justificada del legislador, al incluir esta materia en razón del interés general que representa.

4. LEGISLACIÓN COSTARRICENSE RELACIONADA CON EL RECURSO HÍDRICO

En razón de la importancia de la legislación que regula la materia y tomando en consideración que se encuentran en trámite de discusión varias iniciativas que vienen a regular el

tema del recurso hídrico, enumeramos a continuación una serie de leyes que en su contenido están vinculadas con esta temática, entre ellas tenemos:

- Ley de Aguas, No. 276 de 27 de agosto de 1942 y sus reformas.
- Ley Orgánica del Ambiente, No. 7554 de 4 de octubre de 1995.
- Ley Forestal, No. 7575 de 13 de febrero de 1996.
- Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 de 30 de abril de 1998.
- Ley General de Salud, No. 5395 de 30 de octubre de 1973 y sus reformas.
- Código Penal, Ley No. 4573 de 4 de mayo de 1970.
- Ley para la Gestión Integral de Residuos, 24 de junio del 2010.
- Ley de Conservación de Vida Silvestre, No. 7317 de 30 de octubre de 1992.
- Ley de Creación del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, riego y avenamiento, No. 6877 de 18 de julio de 1983.
- Ley de Transformación de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, No. 7789 de 30 de abril de 1998.
- Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, No. 2726 de 14 de abril de 1961.
- Código Municipal, Ley No. 7794 de 30 de abril de 1998.
- Código de Minería, Ley No. 6797 de 4 de octubre de 1982.
- Otra legislación relativa a competencias del Ministerio de Salud y del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Teniendo en cuenta esta legislación, es de suma importancia manifestar que el proyecto de ley que estudiamos cumpla, en su contenido, con el principio de seguridad jurídica e incluya la normativa que mejore la conservación y protección del recurso hídrico.

5. PROYECTO DE LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO. EXPEDIENTE NO. 17742

En este apartado hacemos referencia a la información de mayor relevancia en el trámite legislativo del Expediente No. 17742, «Proyecto de Ley para la gestión integrada del recurso hídrico.»

1. Antecedentes y trámite legislativo.

- Expediente No. 17742.
- Proyecto de Ley para la gestión integrada del recurso hídrico (Plazo de aprobación 2 años, según Ley de iniciativa popular No. 8491).
- Fecha de publicación: 13 octubre del 2009. Gaceta No. 198.
- Iniciado: 25 de mayo del 2010.

2. Órganos legislativos que ha conocido la iniciativa:

- Comisión Permanente Especial de Ambiente.
- Plenario Legislativo.
- Comisión Permanente Especial de Redacción.
- Comisión Permanente Especial de Consultas de Constitucionalidad.

3. En cuanto a la estructura del proyecto de ley:

El proyecto de ley tiene la siguiente estructura:

- VII Títulos.
- 16 Capítulos.

- 14 Secciones.
- 130 artículos.
- XII Transitorios.

6. TEMAS DE RELEVANCIA QUE SE INCLUYEN EN LAS NORMAS JURÍDICAS

El proyecto de ley incluye toda una serie de temas vinculados con el recurso hídrico, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: objeto, principios y definiciones (artículos 1, 2 y 3), bienes integrantes del dominio público (artículo 4), creación del sector hídrico (artículo 5), política y plan hídrico nacional (artículo 6), creación de la Dirección Nacional del Agua –en adelante DINA- como órgano técnico adscrito al MINAE, con personería jurídica instrumental (artículo 7), unidades hidrológicas (artículo 13), Sistema Nacional de Información Hídrica y Registro para la gestión del recurso hídrico (artículo 17), planificación hídrica, política y plan (artículos 20 y 21), **Áreas de protección hídrica** (artículo 29), **Áreas de protección de manantiales para uso poblacional** (artículo 30) (la negrita es del autor); regulación de las áreas de protección (artículo 31), clasificación de los cuerpos de agua -conforme a la calidad física, química y biológica de sus aguas- (artículo 38), aprovechamiento del agua (artículo 53), uso común del agua (artículo 58), concesiones (artículo 60), usos especiales del agua (artículo 81), aprovechamiento de aguas subterráneas (artículo 85), empresas autorizadas para la perforación (artículo 88), abastecimiento público (artículo 96), incentivos. Impuestos diferenciados (artículo 102), conformación de las sociedades de usuarios de aguas (artículo 105), uso colectivo de las aguas en condominio (artículo 109), régimen económico – financiero del agua en donde se incluye el canon del agua -instrumento económico para la determinación de su cobro- (artículo 110), creación de un fondo para la gestión integrada del recurso hídrico (artículo 112), sanciones administrativas y penales (artículos

117 a 124), silencio positivo que no opera en materia de aguas (artículo 125), derogatoria de la Ley de aguas, No. 276 (artículo 128), entre otras.

7. OBJETO Y PRINCIPIOS DEL PROYECTO DE LEY DE RECURSO HÍDRICO.

En este punto, comentamos algunas de las normas de mayor interés en esta iniciativa.

En cuanto a su objeto, el artículo 1 dice:

La presente ley tiene como objeto regular la tutela, el aprovechamiento y el uso sostenible del agua continental y marina que se considera un recurso limitado y vulnerable, por lo que su gestión será integrada de tal forma que garantice su acceso universal, solidario y equitativo, en cantidad y calidad adecuadas (Asamblea Legislativa, Proyecto de Ley No. 17742, 2014, p. 2).

El tema del recurso hídrico como un bien agotable, implica por parte del Estado, la toma de una serie de medidas para su conservación, regulación y protección, aspectos que vemos incluidos en la mayoría de las disposiciones planteadas en esta iniciativa legislativa. Se recogen además en este primer artículo características propias de los servicios públicos como son su universalidad, solidaridad, equidad, calidad y cantidad adecuadas del recurso hídrico.

Además, se agregan en el artículo 2 los principios que cobijan este marco normativo, en donde se incluyen los siguientes: derecho humano de acceso al agua, valor económico, uso múltiple, aprovechamiento sostenible, deber de informar, equidad de género, daño ambiental, gestión integrada del recurso hídrico e integración de las aguas y los ecosistemas. Partiendo de lo anterior, observamos que la iniciativa recoge principios y políticas generales e internacionales de los Estados en cuanto a la preservación del recurso hídrico.

De estos principios, debemos llamar la atención sobre lo que se entiende por «gestión integrada del recurso hídrico», definición que se encuentra en el 2 inciso h), y que señala que «la gestión del agua, el suelo, los ecosistemas y los recursos relacionados deberán estar coordinados con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.»

8. ARTÍCULO POLÉMICO DEL PROYECTO DE LEY Y LA CONSULTA LEGISLATIVA FACULTATIVA DE CONSTITUCIONALIDAD

En la redacción final del proyecto de Ley para la gestión integrada del recurso hídrico, de fecha 9 de abril del 2014, el artículo 29 señala:

ARTÍCULO 29.-Áreas de protección hídrica

Se declaran áreas de protección hídrica las siguientes:

- a) El área que bordee los manantiales permanentes, definida en un radio de veinte metros (20m) de modo horizontal a partir del manantial como punto de referencia.

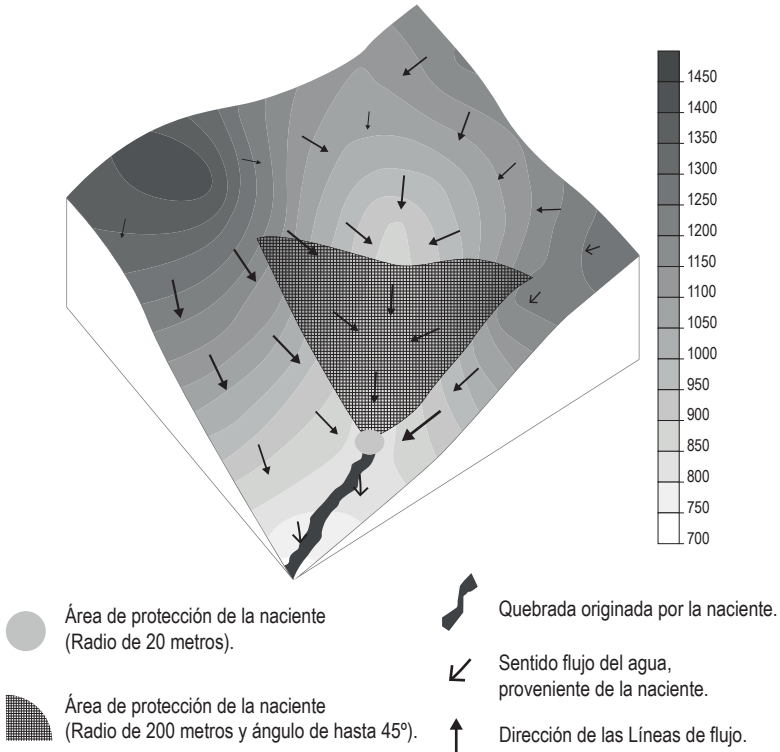
Además del área anterior, será área de protección la comprendida por un semicírculo definido por un radio de doscientos metros (200m) y un ángulo de cuarenta y cinco grados (45°), con vértice en el manantial como punto de referencia y dirigiéndose sobre los tubos de flujo pendiente arriba del manantial.

Estas áreas se describen en el diagrama de área de protección hídrica (figura 1).

- b) Cuando el terreno colindante tenga una pendiente inferior al cuarenta por ciento (40%) del borde del cauce, el área de protección será una franja de quince metros (15m) en zona

Figura 1

Diagrama de área de protección hídrica. (Artículo 29)



rural y de diez metros (10m) en zona urbana, medidos lineal y horizontalmente a ambos lados en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, de flujos permanentes. Cuando el terreno colindante tenga una pendiente igual o superior al cuarenta por ciento (40%) del borde del cauce, el área de protección será la franja equivalente a la hipotenusa resultante de la medición horizontal de cincuenta metros (50m) a partir de la ribera. (Asamblea Legislativa, Proyecto de Ley No. 17742, 2014, pp. 16-17).

Actualmente la Ley Forestal vigente señala en su artículo 33 lo siguiente: “Áreas de protección. Se declaran áreas de protección las siguientes:

- a) Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal” (Ley Forestal No. 7575, 1996, p.21). Se ha indicado que el artículo 29 de la propuesta legislativa puede afectar la protección que hasta el momento se ha dado de las nacientes.

El artículo 29 del proyecto de ley es considerado polémico e inconstitucional por los diputados y diputadas, siendo cuestionado en consultas legislativas facultativas de constitucionalidad acumuladas número 14-004877-0007-CO y 14-005214-0007-CO, referidas al proyecto legislativo en estudio. Entre los razonamientos planteados con respecto a esta disposición se indicó:

a) Consulta legislativa facultativa de constitucionalidad número 14-004877-0007-CO.

En esta primera consulta se plantean cinco motivos de constitucionalidad, estos son: la derogatoria total de la Ley de Aguas vigente (en donde se incluyen importantes áreas de reserva de dominio a favor de la Nación para la protección de fuentes de agua; se da una especie de desafectación genérica del dominio público en perjuicio de la protección ambiental) que la reforma del artículo 29 del proyecto de ley violenta los principios precautorio y de no regresión en materia ambiental, básicamente en cuanto a la distancia para proteger los mantos acuíferos; como tercer motivo se debilita el carácter técnico y se elimina el criterio vinculante del SENARA; el cuarto motivo se refiere a que los artículos 29 y el inciso 7 del artículo 129 del proyecto de ley son contrarios a los principios de legalidad, tipicidad penal y de no

regresión en materia ambiental, y finalmente, el Transitorio XI indican que podría violentar los principios de tutela de dominio público, progresividad y no regresión en materia ambiental.

b) Consulta legislativa facultativa de constitucionalidad número 14-005214-0007-CO.

En esta consulta se manifiesta por parte de los legisladores a la Sala Constitucional que la aprobación del proyecto de ley fue “atropellada”; que el texto remitido a consulta a instituciones públicas no corresponde al texto aprobado en primer debate, aspecto que los consultantes señalan como esencial. Alegan además que el proyecto carece de protección a situaciones jurídicas consolidadas y derechos adquiridos. Se cuestiona la delegación de competencia de la DINA al Tribunal Ambiental Administrativo, especialmente porque se reducen los derechos recursivos de los particulares y se considera que el Transitorio XI vulnera los principios precautorio y de progresividad, entre otros.

9. VOTO NO. 2014-012887 DE LAS 14:30 HORAS DEL 8 DE AGOSTO DEL 2014. CONSULTA FACULTATIVA DE CONSTITUCIONALIDAD SOBRE EL PROYECTO LEGISLATIVO “LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO”, EXPEDIENTE LEGISLATIVO NO. 17742.

La Sala Constitucional acepta para su conocimiento únicamente el Expediente judicial No. 14-004877-0007-CO. Se emite un voto de mayoría y uno de minoría.

En el Por Tanto del Voto No. 2014-012887, se resuelve lo siguiente:

-Se declara invacuable la consulta facultativa 14-005214-0007-CO (Hay voto salvado).

-Se evacua la consulta facultativa 14-004877-0007-CO. (Voto de mayoría), en el sentido de que el proyecto de Ley para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, Expediente No. 17742 es inconstitucional por violación al artículo 50 de la Constitución Política, por carecer de los criterios técnicos y científicos que den sustento a la reducción de la superficie de las áreas de protección en la Ley Forestal No. 7575, vicio del procedimiento legislativo que es de carácter esencial y por consiguiente vinculante para la Asamblea Legislativa. Se declaran inconstitucionales los artículos 29, 30 y el Transitorio XI. (Hay voto salvado).

Finalmente debemos indicar que al notificar el Voto la Sala Constitucional, el proyecto de ley pasó a conocimiento de la Comisión Permanente Especial de Consultas de Constitucionalidad, que en su Acta de la sesión No. 3 del miércoles 8 de octubre del 2014, aprobó la moción No. 1-3, de varios señores diputados, que solicitaba al Presidente de la Asamblea Legislativa una prórroga hasta el 30 de octubre del 2014 para rendir el informe del expediente No. 17742, para elevarlo posteriormente al conocimiento del Plenario Legislativo.

10. CONCLUSIONES

Este proyecto de ley es fruto del principio de participación ciudadana y responde al desarrollo de la iniciativa popular.

Ha tenido que llevar un trámite extenso en la Asamblea Legislativa, donde según indicación de la misma Sala Constitucional, el plazo de 2 años ya expiró, pese a ello y a su importancia, se encuentra vigente su conocimiento en el ámbito legislativo.

Luego de que el proyecto de ley fue consultado por la Asamblea Legislativa, una vez emitido el Voto de la Sala Constitucional, pasa a la Comisión Especial de Consultas de Constitucionalidad para que elabore sus recomendaciones

para el Plenario Legislativo, sobre todo en lo que respecta a las observaciones vinculantes en materia de procedimiento legislativo, tomando en consideración otros aspectos de fondo señaladas por el órgano constitucional.

REFERENCIAS

Constitución Política y leyes.

Código de Minería, Ley No. 6797. (4 de octubre de 1982).

Código Municipal, Ley No. 7794. (30 de abril de 1998).

Código Penal, Ley No. 4573. (4 de mayo de 1970).

Constitución Política de la República de Costa Rica. (7 de noviembre de 1949).

Córdoba-Ortega, J. y González-Porras, A. (2008). *Ley de la Jurisdicción Constitucional, con jurisprudencia, concordada y actas de discusión legislativa*. San José: Editorial Investigaciones Jurídicas S.A.

Córdoba-Ortega, J. y González-Porras, A. (2010). *Constitución Política de la República de Costa Rica con resoluciones de la Sala Constitucional*. San José: Editorial Investigaciones Jurídicas S.A.

Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, No. 2726 (14 de abril de 1961).

Ley de Aguas. No. 276. (27 de agosto de 1942 y sus reformas).

Ley de Conservación de Vida Silvestre. No. 7317. (30 de octubre de 1992).

Ley de Creación del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, riego y avenamiento, No. 6877. (18 de julio de 1983).

Ley de Transformación de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, No. 7789. (30 de abril de 1998).

Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779. (30 de abril de 1998).

Ley Forestal, No. 7575. (13 de febrero de 1996).

Ley General de Salud, No. 5395. (30 de octubre de 1973 y sus reformas).

Ley Orgánica del Ambiente, No. 7554. (4 de octubre de 1995).

Ley para la Gestión Integral de Residuos. (24 de junio del 2010).

Proyectos de ley.

Proyecto de ley de Reforma al artículo 50 de la Constitución Política para hacer del agua potable un derecho humano. Expediente No. 11793.

Proyecto de ley de Reforma Constitucional para garantizar los derechos fundamentales a la salud y al acceso al agua. Expediente No. 11795.

Proyecto de ley de Reforma Constitucional de Adición de un artículo 50 bis a la Constitución Política para reconocer y garantizar el derecho humano de acceso al agua. Expediente No. 11946.

Jurisprudencia constitucional.

Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia. Voto No. 2014-012887, de San José a las 14:30 horas del 8 de agosto del dos mil catorce.

ACERCA DEL AUTOR

Jorge Córdoba Ortega: Doctor en Derecho. Programa General. Universidad Carlos III de Madrid, España. Profesor Catedrático de Derecho. Sede de Occidente. Universidad de Costa Rica. Autor de varios ensayos y libros en temas de Derecho Administrativo y Constitucional. Asesor Parlamentario.

TERCERA PARTE

**PROPUESTAS PARA
EL MANEJO Y
PROTECCIÓN DEL
RECURSO HÍDRICO**

ALTERNATIVAS TÉCNICAS Y LEGALES PARA LA PROTECCIÓN Y MANEJO DE LAS NACIENTES DEL ACUEDUCTO DE SAN RAMÓN – PALMARES (BAJO BARRANTES/RÍO BARRANCA – PIEDADES SUR DE SAN RAMÓN)

ALTERNATIVES TECHNICS AND LAWS FOR PROTECTION AND MANAGEMENT OF THE HEADWATERS IN THE AQUEDUCT OF SAN RAMÓN AND PALMARES (BAJO BARRANTES, BARRANCA RIVER, SOUTH PIEDADES OF SAN RAMÓN)

Jorge Rodríguez Villalobos

Palabras clave

Zonas de protección, nacientes, categorías de manejo, tierras, fideicomiso, marco legal.

Keywords

Protection zones, headwaters, management categories, trust, legal framework.

Resumen

En este proyecto se analizan las condiciones técnicas y legales relacionadas con la protección y manejo de las nacientes del Bajo Barrantes y de las tomas de derivación del río Barranca del Acueducto San Ramón-Palmares, se hace un recuento de las gestiones institucionales, los criterios técnicos y la categoría de manejo más adecuada para su protección y algunas recomendaciones para su manejo, se señala la urgencia de constituir un Fideicomiso por Ley para la compra de las tierras que protegen las nacientes; así como, la necesidad de elaborar los estudios hidrogeológicos para las zonas de recarga acuífera que garanticen la sostenibilidad del recurso hídrico y el suministro de agua potable a más de 113.306 habitantes para los próximos 50 años.

Abstract

In this research project, the technical and legal conditions related with the protection and use of the water springs in Bajo Barrantes and the Barranca

river's water intakes of the San Ramón-Palmare aqueduct are analyzed. Furthermore, there is a count of the institutional management, technical criteria, and the most appropriate operation category for their protection and some recommendations for their management. Also, the urgency to constitute a trust fund by law to buy the lands of aquifer recharge that guarantee the sustainability of the water resources and the potable water supply to more than 113.306 habitants for the next 50 years is highlighted.

1. INTRODUCCIÓN

El acueducto de Bajo Barrantes del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (AyA) sustenta con agua potable a las principales comunidades de los cantones de San Ramón y Palmare de Alajuela.

El acueducto fue construido entre los años 1975 y 1978 e inició operaciones en el último año; con una inversión inicial superior a los 24 millones de colones.

Comprende la captación de 15 nacientes (fuentes de agua), con una capacidad de 200 litros por segundo. Actualmente, abastece 180 lts/seg: 90 lts/seg para la ciudad de Palmare y 90 lts/seg para la ciudad de San Ramón. Una naciente la administra la ASADA de Bajo Barrantes para dotar de agua potable a la comunidad de Bajo Barrantes. La propiedad, donde se ubica otra naciente fue adquirida por la ASADA de San Miguel de Piedades Sur y pretende bombear agua y fortalecer el acueducto comunal.

Las personas beneficiadas con el agua de Bajo Barrantes están localizadas en las comunidades del Distrito Central y los distritos de San Pedro, Bolívar y el sector de Zamora, Los Parques y la Unión de San Ramón; y las comunidades de Palmare Centro, La Granja y la Cocaleca (AyA: Boletín Informativo, 2013; Rodríguez, Jorge, 2011).

La Oficina Regional del AyA de San Ramón tiene 13.750 abonados (responsables de familia) que representan 54.800

personas dependientes de los servicios de este acueducto. Así, 10.000 abonados (40.000 personas) de San Ramón y 6.200 abonados (24.800 personas) de Palmares, dependen del suministro de agua potable del acueducto de Bajo Barrantes, y, de la protección y el adecuado manejo de estas nacientes (Oficina del AyA, San Ramón).

La tenencia de la tierra y su uso, alrededor de las zonas de protección de las nacientes, aparentemente no han sufrido grandes transformaciones en el uso del suelo en los últimos 30 años de existencia del acueducto de Bajo Barrantes; con excepción, de la zona Norte, colindante con la carretera pública a Piedades Sur, donde, al no haber limitaciones en el uso y fraccionamiento de la tierra (*Plan de Manejo y Desarrollo y Plan Regulador Urbano y Rural de San Ramón*, PRODUS/UCR, 2004) se ha dado la división de lotes familiares para construir dentro del área de protección de las nacientes. En este sector existen terrenos cercanos a los nacientes con fuertes pendientes y no conforme a la capacidad de uso del suelo. El AyA tiene bajo su administración una zona de 100 metros de ancho alrededor de las nacientes captadas; esto es, a todo lo largo de la quebrada sin nombre, donde se localizan dichas fuentes de agua.

Los cultivos agrícolas tradicionales, como el café y hortalizas, tomate y chile dulce, encontrados en la zona de influencia a los nacientes de Bajo Barrantes, han provocado problemas potenciales con el uso de pesticidas y la contaminación de los nacientes; además del impacto ligado a la erosión y la compactación del suelo por efectos de la ganadería extensiva en áreas de ladera.

Conscientes de esta situación, después de treinta y tres años de haber sido construido y de estar en operación el Acueducto de Bajo Barrantes, el AyA está tratando de retomar acciones con el fin de llenar los vacíos que en materia de protección y manejo no

se han dado en los terrenos de la zona de influencia a las nacientes y las tomas de agua, esto puesto que se desea buscar soluciones a largo plazo que garanticen el suministro de agua potable en forma sostenible a las comunidades de San Ramón y Palmares, además de la protección de la microcuenca y sus nacientes.

Entre las alternativas identificadas están la expropiación o compra de los terrenos aledaños ubicados dentro de la zona de protección identificada según estudios preliminares de tenencia de la tierra elaborados por el AyA y la Municipalidad de San Ramón (ver Anexo I), sobre los predios afectados por la Ley Forestal y la Ley de Aguas en el Acueducto de Bajo Barrantes.

El «valor zonal» (distinto del valor de mercado) propuesto por el sistema de catastro de la Municipalidad de San Ramón, de acuerdo al Mapa de valor de terrenos elaborado por el Ministerio de Hacienda fija para un metro cuadrado de la Zona 2, Distrito de Piedades Sur, Bajo Barranca, un valor de ¢2.500.00 (dos mil quinientos colones) en propiedades de 7.000.00 m² (1 manzana); dando como resultado un valor promedio por manzana de ¢17.500.000.00 (diecisiete millones quinientos mil colones) y un precio de ¢25.000.000.00 por hectárea.

Se identificaron 118 (120, según datos municipales) fincas o parcelas que, en forma total o parcial, son afectadas por la zona de protección de los 200 metros alrededor de las nacientes indicadas; aspecto que afecta un área de protección por nacimiento de 12.56 has. Partiendo de los datos anteriores, el costo estimado del área de protección por nacimiento podría ser mayor a los ¢314.000.000,00; y de las quince nacientes captadas el valor total sería más alto; sin embargo, las distancias entre nacientes son cortas y se traslapan sus zonas de protección. Al no existir los estudios hidrogeológicos, se desconoce el área de recarga acuífera

(tubo de flujo) de las nacientes captadas y es difícil cuantificar el costo total de las tierras por adquirir.

No obstante, aunque existen estas limitaciones técnicas para su protección, hay una inversión superior a los \$ 6.8 millones de dólares (€3.276.928.000.00), por parte del Estado, a través del AyA, para la ampliación del Acueducto de San Ramón-Palmares, lo anterior tomando aguas del río Barranca (150 litros por segundo) y aguas abajo al sitio de las Juntas con el río la Paz. Dicho proyecto, financiado por el BCIE, pretende dotar de agua potable al Cantón Central de Palmares (42.318 habitantes) y liberar las nacientes del Bajo Barrantes para ser utilizadas por el cantón de San Ramón (70.988 habitantes) y comunidades periféricas.

Para ambos casos, no existe una adecuada planificación a nivel de la cuenca hidrográfica del río Barranca y no se cuenta con un plan de manejo y desarrollo. Existen algunos estudios básicos e indicadores sobre los IFAS para el Plan de Manejo financiado por el Fondo de Preinversión de MIDEPLAN; pero no se cuenta con los estudios técnicos requeridos por la Ley Orgánica del Ambiente ni con los estudios a nivel hidrogeológico, para la declaratoria de protección de las zonas de recarga acuífera y la designación de una categoría de manejo para garantizar en el largo plazo un adecuado suministro de agua potable (cantidad y calidad) para las comunidades de los cantones de San Ramón y Palmares.

En este sentido, resulta urgente la elaboración de estudios hidrogeológicos y de tenencia de la tierra, la conclusión y oficialización del Plan de Manejo y Desarrollo de la Cuenca del Río Barranca, la creación mediante ley de un área protegida de las zonas de recarga acuífera de las nacientes de Bajo Barrantes y de la toma de agua (cuenca media río Barranca) y la creación de un fideicomiso para compra de tierras y la gestión ambiental de las áreas frágiles de las zonas de protección.

2. ACCIONES EFECTUADAS PARA LA PROTECCIÓN Y MANEJO DEL ÁREA DE BAJO BARRANTES

- El 30 de setiembre del 2011 el AyA, Oficinas Regionales de San Ramón, convocó a reunión sobre la condición actual de las fuentes de agua del Bajo Barrantes y alternativas para la protección y manejo de las mismas
- El 28 de octubre del 2011, se llevó a cabo una reunión de trabajo con funcionarios de la Municipalidad de San Ramón, funcionarios del ACCVC / SINAC / Subregión de San Ramón, funcionarios de la Oficina Regional del AyA, del Departamento Legal y del Departamento de Cuencas Hidrográficas de San José del AyA. La UEN-Gestión Ambiental del AyA, presentó la propuesta: “Plan de acción interinstitucional y municipal, Desarrollo y seguimiento de actividades: importancia, justificación, definición, delimitación y creación de la zona de protección de las fuentes del Bajo Barrantes, San Ramón, provincia de Alajuela”.
- El 28 de octubre del 2011, se discutió sobre alternativas de gestión en relación con los terrenos de protección alrededor de los nacientes de agua y las captaciones del acueducto Bajo Barrantes. Y, con base en los 15 puntos del Plan de Acción presentado, se identificó la necesidad de contar con un análisis de la categoría de manejo más adecuada para su protección. Se designó al biólogo Jorge Rodríguez V. para realizar un análisis y una propuesta técnica con opciones para la posible declaratoria de un área de protección para dichos nacientes para determinar cuál sería la mejor alternativa con base en la categoría de manejo propuesta, a fin de conocerla para la próxima reunión de la Comisión de trabajo.

- Se acordó una reunión el 18 de noviembre del 2011 en las Oficinas Regionales del AyA, para analizar la propuesta presentada en relación con la categoría de manejo más adecuada para la protección de los nacientes del Bajo Barrantes. Dicha reunión fue trasladada al 02 de diciembre del 2011.
- En la reunión del 02 de diciembre del 2011 se presentó el informe técnico: «Alternativas para la protección de los nacientes del acueducto Bajo Barrantes de San Ramón como espacio natural», elaborado por el biólogo Jorge Rodríguez Villalobos; en dicho documento identifica dos posibles categorías de manejo: Monumento Natural del Agua o Zona Protectora de Recarga Acuífera. Y, dan consideraciones técnicas para la declaratoria de la categoría de manejo escogida (ver punto III). A falta de convocatoria por el AyA, dicha Comisión de Trabajo dejó de reunirse durante el período 2012-2014 y el proceso inicial se paralizó.
- Por otro lado, existe un proceso de planificación y manejo de la cuenca del Río Barranca propiciado por el SINAC/MINAE, iniciado con recursos financieros del Fondo de Preinversión de MIDEPLAN, que permitió la contratación del CATIE para terminar el plan de manejo. Existe una primera fase de planificación que concluyó con la presentación de los IFAS en la SETENA para su aprobación, a nivel de toda la cuenca hidrográfica financiado por el MIDEPLAN.
- En la actualidad, se presupuestaron ₡115.000.000,00 para el 2015, recursos del SINAC/MINAE para concluir la elaboración del Plan de Manejo de la cuenca, mediante la contratación de una consultoría ambiental. También, se presupuestaron para el 2015 la suma de ₡ 20.000.000,00,

recursos financieros provenientes del Fondo del Canon del Agua para elaborar los estudios hidrogeológicos de un área de 18 km² (1.800has), donde se ubican las nacientes de Bajo Barrantes, incluyendo, un área de las nuevas tomas del proyecto de ampliación del acueducto, en el cauce del Río Barranca.

3. CATEGORÍAS DE MANEJO SEGÚN LA UICN

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) constituye el Órgano Técnico Asesor de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y de la UNESCO, en materia de Áreas Silvestres Protegidas, a través de la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMA). Está compuesta por expertos a nivel internacional y le corresponde definir y dar seguimiento al control de las categorías generales de control recomendadas para su aplicación a nivel mundial.

Costa Rica es miembro activo de la UICN y es signatario de varias Convenciones Internacionales dictadas por la ONU tales como la Convención de Biodiversidad y la Convención de Patrimonio Mundial; las cuales, en materia legal, constituyen leyes de la República, y que estamos obligados a acatar, tanto desde el punto de vista legal como técnico.

Dentro de las categorías recomendadas por la UICN, se identifica la figura del **Monumento Natural** (reconocida por la legislación nacional) y el Área Protegida de Recursos Manejados, categorías de manejo de especial interés para ser consideradas e implantadas dentro del área de protección propuesta para los nacientes del Bajo Barrantes.

No obstante, aunque dichas categorías de manejo no han sido tipificadas o ratificadas por la legislación nacional, desde el punto de vista técnico y de la gestión de espacios protegidos constituyen una alternativa real a ser considerada para el sitio

propuesto. En el Cuadro No 1 se indican las seis categorías de manejo presentadas por la Comisión Mundial de Áreas Protegidas, aceptadas por la UICN y ratificadas por los miembros de la misma.

Según la definición de la UICN, el **Área Protegida de Recursos Manejados** constituye un:

Área que contiene principalmente sistemas naturales que no han sido modificados, y que son manejados para asegurar la protección a largo plazo y el mantenimiento de la diversidad biológica, mientras que provee al mismo tiempo el sostenimiento del flujo de productos naturales y servicios que sirven a las necesidades comunales (UICN, 1994, p.12).

Dentro de las categorías de manejo propuestas por la UICN, el Área Protegida de Recursos Manejados se ajusta más a la problemática socioambiental y a los objetivos de protección y suministro en forma sostenible de los servicios ambientales que sirven a las comunidades locales (Ej., suministro de agua potable), características que se buscan para el Bajo Barrantes. Sin embargo, la falta de estudios técnicos (Ej, hidrogeológicos y ecológicos), lo reducido del tamaño del área, el grado de intervención de actividades humanas, la tenencia de la tierra y el costo asociado a su manejo (restauración ecológica), no permiten recomendar esta categoría de manejo para la protección del área involucrada dentro de las nacientes del acueducto Bajo Barrantes.

El Cuadro N° 2 muestra la correspondencia entre las categorías de manejo legalmente reconocidas por el marco legal en Costa Rica y las categorías de manejo de la UICN. Dentro de las alternativas señaladas para el Bajo Barrantes la propuesta se puede enfocar hacia la declaratoria de un espacio protegido como un **Monumento Natural** o una **Zona Protectora**.

Cuadro N° 1
Categorías de manejo para Áreas Silvestres Protegidas en el país.
(según la UICN, 1994)

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Ia	Reserva Natural Estricta. Un área que es protegida principalmente para la ciencia.
Ib	Área Silvestre. Protegidas principalmente para la conservación de las áreas naturales silvestres.
II	Parque Nacional. Área manejada principalmente para la protección de ecosistemas y la recreación.
III	Monumento Natural. Área manejada para la conservación de algunas características naturales específicas.
IV	Área de Manejo de Hábitat/Especies. Área administrada principalmente para la conservación a través de intervenciones de manejo.
V	Paisaje terrestre/marino protegido. Área manejada principalmente para la conservación de paisajes terrestres y marinos y la recreación.
VI	Área Protegida de Recursos Manejados. Área protegida manejada principalmente para el uso sostenible de los ecosistemas naturales.

Fuente: Elaboración propia del autor

Cuadro N° 2
Correspondencia aproximada entre la categorización internacional de áreas silvestres protegidas y las categorías de manejo utilizadas en Costa Rica

CATEGORÍA DE MANEJO UICN	CATEGORÍA DE MANEJO COSTA RICA
I. Reserva Natural Estricta/ Área natural Silvestre	Reserva Natural absoluta Reserva Biológica
II. Parque Nacional	Parque Nacional Monumento Nacional
III. Monumento Natural	Monumento Natural
IV. Área de Manejo de Hábitat/ especies	Refugio Nacional de Vida Silvestre Humedal
V. Paisaje Terrestre/ Marino protegido	No existe en el país
VI. Área Protegida con Recursos Manejados	Reserva Forestal Zona Protectora

Fuente: García (2002) y Asch et al. (1997).

4. BASES TÉCNICAS Y LEGALES DADAS A NIVEL NACIONAL PARA LA DECLARATORIA DE UN ÁREA DE PROTECCIÓN:

Existe tanto a nivel nacional como internacional, el reconocimiento de categorías de manejo que podrían sustentar legal y técnicamente la propuesta de crear una zona de protección alrededor de los nacientes del Bajo Barrantes para su manejo.

El artículo 32 de la Ley Orgánica del Ambiente No 7554, reconoce y faculta la creación de Monumentos Naturales y Zonas Protectoras. Además, se retoma la definición del artículo 35 de la anterior Ley Forestal 7174, según la cual las Zonas Protectoras están «conformadas por los bosques y terrenos de aptitud forestal, cuyo objetivo principal es la protección del suelo, la regulación del régimen hidrológico y la conservación del ambiente y de las cuencas hidrográficas.» El artículo 70 del Reglamento de la ley de biodiversidad 7788, define las mismas, como «áreas geográficas formadas por los bosques o terrenos de aptitud forestal, en que el objetivo principal sea la regulación del régimen hidrológico, la protección del suelo y de las cuencas hidrográficas» (p.38).

Además, el artículo 33 de la Ley Orgánica del Ambiente reconoce y define la categoría de Monumento Natural como una categoría que puede ser creada vía decreto ejecutivo por el MINAET/SINAC y pueden ser administradas por las municipalidades respectivas. Sin embargo, no prohíbe la participación de otros actores en la gestión de la misma. Por tanto, es la única categoría de manejo que tiene un carácter municipal, aunque también participativo.

En general, la Ley Forestal dispone que se declaren áreas de protección las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal. Aspecto legal que puede ser considerado como base para la creación de

una zona de protección alrededor de las nacientes. Aunque la Ley de Aguas No 276 del 27 de agosto de 1942, establece en el artículo 31 que para una naciente captada para agua potable en las comunidades se debe proteger un perímetro no menor a 200 metros alrededor de las mismas. No obstante, para poder definir los límites y realizar la declaratoria de área protegida es importante cumplir con criterios técnicos y legales ligados al concepto de gestión y protección requerido, a través de:

- Estudios hidrogeológicos del área de recarga de los nacientes del Bajo Barrantes y de las cuencas media y alta del río Barranca.
- Definición de los límites de la microcuenca y zona de protección de los nacientes del Bajo Barrantes.
- Estudios de suelos y capacidad de uso del suelo en la microcuenca del Bajo Barrantes.
- Estudios de tenencia de la tierra y una estrategia para adquisición de terrenos en la zona de recarga acuífera del Bajo Barrantes.
- Estudios socioeconómicos de la comunidad afectada en el Bajo Barrantes.
- Estudios sobre la biodiversidad y la cobertura natural del área de influencia.
- Elaboración de una estrategia interinstitucional de gestión del acueducto del Bajo Barrantes.
- Elaboración de un plan de manejo a nivel de la subcuenca hidrográfica del río San Pedro, incluyendo la microcuenca específica del Bajo Barrantes. Entre otros aspectos.

Lo anterior, indica que el área de protección actual de

las 15 nacientes (100 metros, con base en la Ley Forestal) y la prevista por el AyA, basada en la Ley de Aguas No 276, Artículo 31, inciso a) que establece: “a) Las tierras que circunden los sitios de captación o tomas surtidoras de agua potable, en un perímetro no menor de doscientos metros”, no se cumple adecuadamente.

Además, no se cuenta con los estudios hidrogeológicos que definan la zona de recarga acuífera de las nacientes del acueducto; y no se cumple con los objetivos de protección necesarios para garantizar la disponibilidad de agua potable en el largo plazo.

Como se indicó, la Oficina Subregional de San Ramón del ACCVC/SINAC, incluyó en el presupuesto ¢ 20.000.00 provenientes del Canon de Aguas para contratar los estudios hidrogeológicos de las nacientes de Bajo Barrantes y parte de las subcuencas de los ríos: La Paz y San Pedro. Incluye un área de 18 km² (1.800 has), entre los puntos dados por las coordenadas geográficas: a) 477N/231E; b) 477N/234E; c) 483N/231E; d) 483N/234E.

Asimismo, se deben elaborar los estudios de tenencia de la tierra con los respectivos avalúos para la compra o expropiación de los terrenos que los estudios hidrogeológicos permitan priorizar, esto debido a que la información actual no permite conocer con exactitud el número de hectáreas, el costo real y los propietarios dentro de la zona de recarga acuífera (aunque hay una lista preliminar y su ubicación catastral por parte la Municipalidad de San Ramón).

Al no existir claridad sobre la zona de recarga acuífera, que permita la creación del área de protección adecuada a nivel de campo, no se permite definir los límites del área propuesta con base en levantamientos topográficos precisos.

5. CATEGORÍAS DE MANEJO PROPUESTAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS NACIENTES DEL BAJO BARRANTES.

Escenarios para posibles declaratorias: a) monumento natural del Agua o b) Zona Protectora de Recarga Acuífera.

Monumento natural: son áreas que contengan uno o varios elementos naturales de importancia nacional. Consistirán en lugares y objetos naturales que, por su carácter único o excepcional, su belleza escénica, o su valor científico, se resuelva incorporarlos a un régimen de protección (Art. 33, Ley 7554).

Los monumentos naturales se crean con el fin de conservar un objeto específico o una especie determinada de flora o fauna al declarar una región, un objeto o una especie aislada, monumento natural inviolable excepto para realizar investigaciones científicas debidamente autorizadas o inspecciones gubernamentales (UICN).

Objetivos de manejo: proteger rasgos naturales específicos sobresalientes, la biodiversidad y los hábitats asociados a ellos (UICN).

Objetivos secundarios: conservar cuencas hidrográficas y contribuir al control de la contaminación de las aguas. Coadyuvar al manejo de zonas con atractivo turístico. Proteger y manejar zonas vírgenes. Proteger los hábitats de la flora y la fauna silvestre. Recuperar zonas o recursos degradados o en proceso de degradación. Proteger áreas adyacentes a obras públicas. Proteger áreas adyacentes a ciudades. Proteger sitios del patrimonio histórico, arqueológico o paleontológico. Coadyuvar a la administración de las zonas de seguridad.

Zonas protectoras: son áreas generalmente boscosas, escarpadas y quebradas; de valor primordialmente para la producción de

agua; no contiene valores especiales o reconocidos de tipo ecológico o científico y presenta poco potencial recreativo.

Objetivos primarios de manejo: Mantener o manejar la calidad y cantidad de la producción de agua. Conservar otros valores naturales.

Otros elementos o rasgos naturales, legales y sociales a considerar:

- Existe una quebrada (punto GPS: 479059/232486) con 15 nacientes de agua potable que son trascendentales para más de 50.000 personas de las comunidades de San Ramón y Palmares.
- Hay una zona de protección, en promedio de 100 metros, a lo largo de la quebrada y en alrededor de las 15 nacientes captadas con base en terrenos adquiridos por el AyA para ese fin.
- Una inversión del Estado superior a los doscientos millones de colones en infraestructura, equipo y un conjunto de propiedades alrededor de las nacientes.
- Un sitio único con restos fósiles de mastodontes (otros investigadores han afirmado que se trata de restos de oso hormiguero gigante) y otras especies de la Prehistoria en la quebrada adyacente (Punto GPS: 479368 / 232731) a los sitios captados de las nacientes (Acuña y García, 1998).
- Existencia de artículos científicos, fotos y documentales descriptivos sobre la presencia de especies únicas de la Prehistoria del país y de Centroamérica como puente biológico.
- Sitio de excavaciones arqueológicas (Sitios Arqueológicos UCR: 177 Bajo Barrantes (Bajo

Barranca), 149 Barranca y 390 Sardinal-Piedades Sur) y laboratorio natural para investigaciones científicas: sitio de Mastodontes.

- Sitio potencial para el montaje de un Museo de la Prehistoria en Bajo Barrantes.
- Existe potencial para el desarrollo de un proyecto agroecoturístico con los finqueros del área: agricultura orgánica, arquitectura ecológica, manejo de desechos, museo de la Prehistoria. Además, de incorporar sitios cercanos de interés cultural e histórico: primera planta hidroeléctrica de San Ramón (Planta IV, en la confluencia del río San Pedro y el río Barranca), tres sitios arqueológicos en las márgenes del río Barranca y las actividades técnicas del Colegio Agropecuario de Piedades Sur.
- Se suspendió el proceso de compra de las propiedades aledañas a los terrenos del AyA destinadas a la protección de 200 metros alrededor de las nacientes y su recurso acuífero.
- El área no presenta cobertura natural adecuada, aunque la mayoría de los terrenos son de aptitud forestal.
- Forma parte de la zona de influencia del Corredor Biológico Montes del Aguacate.
- No hay estudios técnicos específicos para justificar su declaratoria (Ley Orgánica Ambiente).
- No hay estudios hidrogeológicos que permitan definir la zona de recarga acuífera y delimitar en forma adecuada el área de protección de los nacientes y tomas de agua del acueducto.

6. CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA DECLARATORIA DE LA CATEGORÍA DE MANEJO ESCOGIDA:

- a) Contar con los requisitos establecidos en el Artículo 36 de la Ley Orgánica del Ambiente.
- b) Definir el instrumento de creación del área de protección, vía decreto ejecutivo o por ley.
- c) Elaborar los estudios hidrogeológicos detallados para determinar la ubicación de nacientes y su zona de recarga acuífera, con el fin de establecer los límites del área propuesta y los estudios detallados de tenencia de la tierra.
- d) Realizar los estudios técnicos sobre el uso del recurso hídrico: ubicar los nacientes con tomas de agua, identificar ASADAS, el volumen captado, el número de usuarios, entre otros aspectos.
- e) Definición de una política de compromiso para el cobro de “canon ambiental” por metro cúbico consumido a todos los usuarios del acueducto regional y las ASADAS por el AyA, dirigido al pago de tierras por la zona de recarga acuífera (Ej. creación de un Fideicomiso por una ley específica).
- f) Priorización por parte del MINAET/SINAC/FONAFIFO para el pago de servicios ambientales a los propietarios de la zona de recarga acuífera, a través de fondos del canon del agua y de las actividades forestales del Estado.
- g) Elaboración de un proyecto de restauración ecológica de las zonas de recarga acuífera, considerando la posibilidad de integrarlo a terrenos del Patrimonio natural del Estado (municipales, AYA, IDA/INDER/MINAE) y al Corredor

Biológico Montes del Aguacate. Además de contar con el apoyo institucional y el financiamiento para su ejecución (Ej. fondos de fideicomiso).

- h) Elaborar un proyecto de ley específico para la administración y gestión del acueducto del Bajo Barrantes, a fin de que sea manejado por una «Comisión Interinstitucional de Cuenca» con personería jurídica instrumental que permita: la planificación, la toma de decisiones, la canalización y la inversión de recursos en la protección y manejo de la cuenca (compra de tierras) mediante la creación de un fideicomiso.
- i) Mediante ley específica, declaración de un área de protección del acueducto de Bajo Barrantes y la conformación de una «Comisión Interinstitucional de Cuenca» para el manejo del área: MINAET/SINAC, AyA (Oficina Regional), ASADAS locales, MUNICIPALIDAD DE SAN RAMÓN, CRO/UCR, MAG, ONGs locales, etc; con el apoyo directo de los Diputados (as) por San Ramón en la Asamblea Legislativa.

7. NUEVO PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO SAN RAMÓN Y PALMARES

Como consecuencia de la falta de planificación y protección de la cuenca que surte de agua a las nacientes del Bajo Barrantes y al crecimiento poblacional de los cantones de San Ramón y Palmares, se tramita un nuevo financiamiento con el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) para la construcción de un nuevo acueducto de San Ramón y Palmares, utilizando las aguas del Río Barranca, ubicando el sitio de toma a un kilómetro aguas abajo de la confluencia del Río La Paz con el Río Barranca (Las Juntas). Este nuevo sitio de toma se

ubica en línea recta, a escasos 4.5 kilómetros del Bajo Barrantes y hay que resaltar que ambos proyectos están ubicados dentro de la cuenca del río Barranca. Dicha cuenca hidrográfica cuenta con un borrador de Plan de Manejo, el cual es de suma importancia actualizar, oficializar y poner en marcha la ejecución de los programas de manejo y protección propuestos, sobre todo para la gestión de agua potable de las ciudades de San Ramón y Palmares.

Con base en la consultoría realizada a la empresa INDECA/ASTORGA, se cuenta únicamente con los estudios básicos a nivel biofísico y socioambiental, lo que permitió elaborar los IFAS de la cuenca hidrográfica. En la actualidad, el SINAC/MINAE dispuso fondos en el presupuesto de ¢ 98.000.000.00 del 2015 para concluir con el Plan de Manejo de la Cuenca del río Barranca, y se contrató al Programa de Cuencas Hidrográficas del CATIE.

El proyecto global del BCIE/AyA tiene un costo total de \$114 millones de dólares; que se reparte entre cuarenta y tres comunidades con problemas de agua potable en el país, siendo el nuevo acueducto de San Ramón y Palmares un componente del proyecto general.

Para el proyecto global, se incluyen \$1.5 millones de dólares, igualmente repartidos en 43 proyectos comunales para realizar acciones puntuales relacionadas con la protección del ambiente y la promoción socioambiental. Dichas actuaciones no representan una solución adecuada a la problemática ambiental del Bajo Barrantes y del nuevo acueducto, localizados dentro de la cuenca hidrográfica del río Barranca, ya que las cuencas hidrográficas siguen afectadas por los problemas socioambientales y no se invierte lo suficiente en la planificación y el manejo de las mismas.

El componente del proyecto «Acueducto de San Ramón-Palmares» incluye la toma de agua del río Barranca, construcción

de la planta potabilizadora, el tanque de almacenamiento y la tubería principal desde San Ramón hasta Palmares, con un costo estimado de \$6.8 millones de dólares. Infraestructura que tiene una proyección para el abastecimiento adecuado de agua potable al año 2030.

Para el año 2030, la población beneficiaria de la mejora en el servicio de agua potable es de 70.988 habitantes en la ciudad de San Ramón y 42.318 habitantes en la ciudad de Palmares.

Durante esta primera etapa del proyecto: «mejora de caudal», se van a extraer, procesar y distribuir 150 litros/segundo: 115 litros/segundo para la comunidad de Palmares y 35 litros/segundo para la ciudad de San Ramón. Se prevé una segunda etapa: sustitución de redes, mejora del sistema de distribución en ambas ciudades y mejoramiento del sistema de cobro y control de abonados.

De este modo, la ciudad de San Ramón y algunos sitios aledaños, como Bolívar Centro y Calle Jícaro, obtendrían agua potable en forma directa del acueducto de Bajo Barrantes (180 litros/segundo) y en forma complementaria (35 litros/segundo) del nuevo acueducto del río Barranca; previstos para el crecimiento poblacional.

No obstante, el «Acueducto de San Ramón y Palmares», constituye un solo sistema, abastecido por dos componentes: a) Las nacientes del Bajo Barrantes y b) Tomas de aguas del río Barranca. Así, es de esperarse que ambos Proyectos, desde el punto de vista de planificación y gestión operativa-ambiental, sean complementarios y que se puedan realizar acciones de mitigación y protección para ambos sectores, incluyendo la creación de una zona de amortiguamiento o de protección para la cuenca del río Barranca que abastecen las tomas de agua en ambos proyectos.

Podrían, esperarse más y mejores acciones en materia ambiental financiadas con fondos del nuevo proyecto del BCIE o por medio de nuevos y novedosos mecanismos de financiamiento en torno al consumo del agua potable por la población beneficiada.

Finalmente, al no existir los estudios hidrogeológicos (zona de recarga acuífera o de infiltración de aguas) y otros estudios técnicos específicos en materia de capacidad de uso del suelo, biodiversidad, aspectos socioeconómicos, etc., que puedan dar los criterios técnicos apropiados para la delimitación y creación de un área de protección adecuada para las nacientes del Bajo Barrantes, se concluye que, con la iniciativa propuesta para la protección de los 200 metros alrededor de las nacientes captadas, no se logra garantizar, en el mediano y largo plazo para el adecuado suministro de agua potable a las comunidades de los cantones de San Ramón y Palmares. Además, en el nuevo sitio de tomas, de acuerdo con lo que estipula la Ley Forestal en su artículo 33, solamente se podría proteger 50 metros a ambos lados de la ribera del río Barranca, área insuficiente para la protección y el manejo adecuado de las riberas del río y en general de la cuenca alta y media del río Barranca y para garantizar la vida útil del proyecto; así como: la cantidad, la calidad y el precio del agua potable a los usuarios.

Es urgente crear una ley específica que permita la declaración de un área de protección para las nacientes del Bajo Barrantes, la cuenca media del río Barranca y la constitución de un fidecomiso mediante ley de la República que permita dotar de los recursos financieros para la expropiación de los terrenos, la protección y la recuperación de la cuenca hidrográfica asociada al área de recarga acuífera identificada con base en los estudios hidrogeológicos y los estudios técnicos requeridos.

8. POSIBLES FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA LA COMPRA DE TIERRAS Y EL MANEJO DE LA CUENCA

Inicialmente, existe la voluntad y disposición institucional, encabezada por el AyA, para realizar los procesos de expropiación y pago de las tierras asociadas a los doscientos metros de la zona de protección alrededor de las nacientes del Bajo Barrantes.

Sin embargo, durante el 2012, por disposiciones internas y aparentemente debido a la falta de presupuesto, la administración decidió no realizar el proceso de compra de las propiedades identificadas por el estudio de tenencia de la tierra elaborado por la Municipalidad de San Ramón y AyA.

Llama la atención, que en el editorial del periódico La Nación del pasado jueves 22 de agosto del 2013, se publicó que:

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) dejará de percibir ¢10.280 millones en el segundo semestre de este año y solo puede culparse a sí mismo por el faltante. Los recursos no son necesarios, dice la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep) con vista en los ¢23.000 millones ociosos en las arcas de la Institución. La cifra dejada de percibir no causará desequilibrio financiero porque la Institución tiene recursos suficientes para cumplir su plan de inversión, firma Carlos Herrera, intendente de agua en la Aresep.

Además, agrega:

Al AyA solo le sobra el dinero porque no es capaz de gastarlo para resolver apremiantes problemas

de abastecimiento y desagüe. La suma “sobrante” palidece frente a la necesaria para resolver el rezago del alcantarillado. Un estudio reciente indica que el consumidor de 20 metros cúbicos de agua debería pagar entre ¢38.000 y ¢40.000 para costear la infraestructura necesaria. Mientras tanto, el AyA solo consigue ejecutar el 40% de su presupuesto para inversiones, se da el lujo de perder ingresos de ¢10.280 millones y arriesga un recorte aún mayor si la Aresep reduce las tarifas por falta de ejecución de los recursos recabados. La institución rechaza la atribución de la sub-ejecución de recursos a la ineficiencia y se la atribuye al cumplimiento de trámites impuestos por ley. La burocracia y sus efectos son de todos conocidos, pero cuesta trabajo creer que afecten la ejecución en un 60% (La Nación, 22 de agosto 2013).

Probablemente, AyA justifique que los recursos no estaban presupuestados para la compra de tierras, y menos, para el acueducto de Bajo Barrantes. No obstante, existe la necesidad, por parte de los usuarios de los cantones de San Ramón y Palmares, de que AyA garantice el adecuado suministro de agua potable, tanto en cantidad como en calidad, en el corto y mediano plazo (unos 25 años).

Por lo tanto, es urgente retomar las acciones propuestas por la UEN/Gestión Ambiental de AyA y la Comisión Interinstitucional, con el fin de tomar decisiones inmediatas para la compra de las propiedades circundantes a las nacientes de Bajo Barrantes, cada día más afectadas por el cambio de uso de la tierra (cultivos y construcciones) que amenazan la sostenibilidad del sistema de suministro de agua potable a dichas comunidades, en el mediano y largo plazo.

De este modo, necesidades urgentes como la expropiación y compra de las tierras que afectan la zona de protección de las nacientes del acueducto de Bajo Barrantes, que nutren de agua potable a los cantones de San Ramón y de Palmares, no se ejecutan por falta de recursos financieros; mientras que, aparentemente, AyA pierde una oportunidad valiosa de ejecutar más de diez mil millones de colones, que con adecuada voluntad política e institucional, podrían ser redirigidos hacia la protección de las zonas de recarga acuífera de los acueductos y al manejo de cuencas hidrográficas asociadas a los acueductos que opera.

9. RECOMENDACIONES

Reactivar la Comisión Interinstitucional de trabajo, inicialmente propuesta por la UEN-Gestión Ambiental de AyA, y el Plan de Acción Interinstitucional y Municipal.

Desarrollo y seguimiento de actividades sobre: importancia, justificación, definición, delimitación y creación de la zona de protección de las fuentes del Bajo Barrantes y la cuenca media del río Barranca, San Ramón, Provincia de Alajuela.

Elaborar los estudios hidrogeológicos para las nacientes de Bajo Barrantes y la cuenca media del río Barranca, y concluir el Plan de Manejo de la Cuenca del río Barranca incluyendo la zonificación de las áreas de recarga acuífera (cuenca media) y las acciones prioritarias para la gestión ambiental de la cuenca media y alta del río Barranca.

Elaborar y aprobar un proyecto de ley en la Asamblea Legislativa, a través de los diputados que representan al cantón de San Ramón, sobre la urgente necesidad de crear un área protegida para los acuíferos y nacientes del Bajo Barrantes y la cuenca media y alta del río Barranca; tomando como base el informe técnico elaborado por el biólogo M.Sc. Jorge Rodríguez Villalobos, los estudios hidrogeológicos y la propuesta de zonificación del Plan

de Manejo de la Cuenca del río Barranca, para definir los límites del área, considerando la zona de recarga acuífera (tubo de flujo) y los estudios de tenencia de la tierra elaborados.

Incluir en el proyecto de ley, la creación de un fideicomiso (canon ambiental por consumo familiar y comercial) para la expropiación y pagos de las propiedades afectadas con la declaración de la zona protegida de las nacientes del Bajo Barrantes y del nuevo proyecto de AyA: Acueducto San Ramón y Palmares para la recuperación y manejo de la cuenca hidrográfica media y alta del río Barranca.

Dicho proyecto de ley debe ser presentado y/o aprobado por la Asamblea Legislativa, antes de que termine el mandato de la actual administración (mayo del 2018).

REFERENCIAS

- Acuña Mesén, R. y García Díaz, E. (1998). Nuevo ejemplar de *Cuvieronius hyodon* (Proboscidea: Gomphotheriidae) del Pleistoceno de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 46 (4), San José.
- Castro, Silvia y otros. (1994). Antología de Historia de San Ramón. Edit. *El Guayacán*. 1ª. Ed. 9-43 pp.
- CEDARENA. (2006). Identificación del marco legal que afecta el manejo del sistema de áreas protegidas de Costa Rica. Informe final. 146 páginas.
- Costa Rica: Leyes, decretos, etc. Código Ambiental /compilador Ricardo Zeledón. San José: Editorial Porvenir SA. 316 páginas.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado. Proyecto: Diseño y construcción del Acueducto de San Ramón y Palmares. Unidad Ejecutora AyA/BCIE. *Boletín informativo*, 2 pags.

La Nación, Editorial: El Dinero “sobrante” del AyA. Actualizado el 22 de agosto del 2013 A: 12:05 A.M.

Ley Orgánica del Ambiente; No 7554 del 4 de octubre de 1995.

Ley de Aguas; No 276 del 27 de agosto de 1942.

Ley de Biodiversidad, No 7788 del 30 de abril de 1998; y su Reglamento.

UICN (1994). La categoría VI de la UICN en América Latina: área protegida para el manejo de recursos. Programa FAO/OAPN. 54 pp.

Municipalidad de San Ramón. (2011). Mapa sobre Predios afectados por la ley de aguas, Nacientes de Bajo Barrantes.

Categoría III: Conservación de los rasgos naturales, Monumentos Naturales. Parques de Caracas.com

Mena, Y., y Artavia, G. (2009). *Sistema Nacional de Areas de Conservación: Parques Nacionales y otras Areas Silvestres Protegidas de Costa Rica.*

Ministerio de Hacienda. (2009). Mapa de valoración de terrenos. Cantón de San Ramón.

Comunicación personal. Funcionarios AyA: Unidad Ejecutora, BCIE y Agencia Regional, San Ramón.

Chaves, S. (1991). Arqueología de la zona de San Ramón. Universidad de Costa Rica. Escuela de Antropología y Sociología. 62 p. y Anexos.

Rojas Hernández, A. (1995). Sitio Volio Cat. UCR: Una discusión acerca de la conservación de la evidencia arqueológica en el campo y en el laboratorio. Práctica dirigida presentada a la escuela de Antropología y Sociología para optar al grado de licenciada en Antropología con énfasis en Arqueología. Universidad de Costa Rica. 262 p.

Rodríguez Villalobos, J. (2011). Alternativas para la protección de las nacientes del acueducto Bajo Barrantes de San Ramón como espacio natural. Informe técnico. Pp. 20.

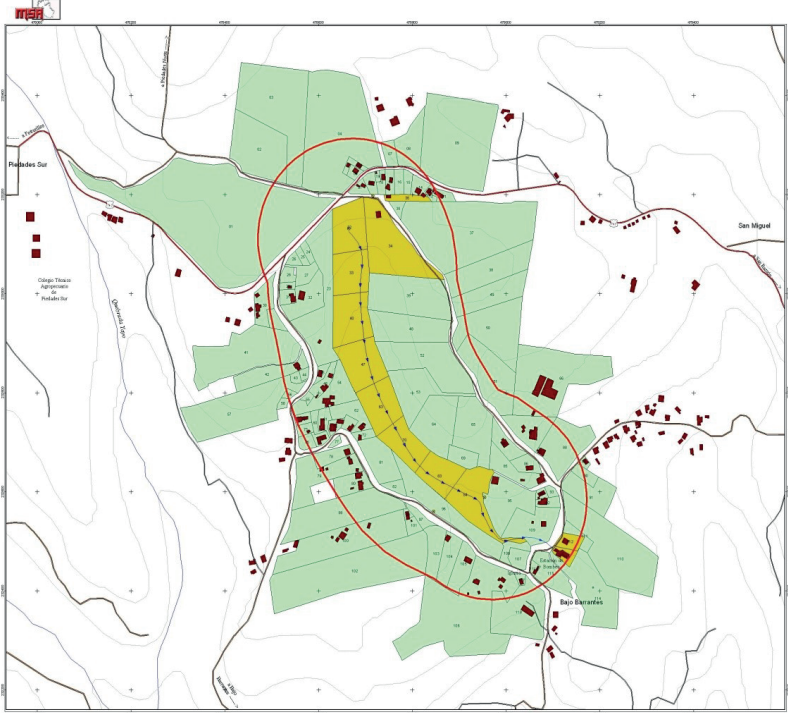
Salazar Arguedas, O. (2010). Predios afectados por la Ley de Aguas – Naciente de Bajo Barrantes. 5 páginas. Informe técnico.

ACERCA DEL AUTOR

Jorge Rodríguez Villalobos. Profesional en Biología; Magister Scientiae en Planificación y Manejo de Recursos Naturales con énfasis en Áreas Silvestres Protegidas; con más de 30 años de experiencia en planificación y manejo de recursos naturales. Además, cuenta con una especialidad y experiencia en la gestión ambiental y la evaluación de impacto ambiental en proyectos de desarrollo.

Anexo 1

Ubicación y área de protección de nacientes en el Bajo Barrantes.



PRECIOS APLICADOS POR LA LEY DE AGUAS SACIENES DE BAJO BARRANTES

Simbología

- Puntos PNT
- Puntos
- Fuente
- Fuente
- Fuente de las brujas
- Cuencas de agua
- Cuencas
- en estudio
- Zona Reservada
- Zona Costado
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona de Distribución
- Cuencas
- Protección legal
- Protección

N

Escala: 1:50,000

LEY DE AGUAS
Ley N.º 27342 del 27 de agosto de 1992
Publicada en el Diario Oficial el 28 de agosto de 1992
Código de Leyes: 273
Código de Reglas: 273

Artículo 15.
Se declara como zonas de Reserva de Agua de la Nación, a las áreas que constituyen las cuencas de nacimiento y sus áreas de aporte de agua potable, en su totalidad, así como de distribución de agua.

Artículo 17.
Cada cuenca de agua potable de la administración regionalizada podrá ser administrada por un organismo regionalizado o por un organismo de nivel nacional, que podrá ser el propio organismo regionalizado o un organismo de nivel nacional, con sujeción a lo que establece el artículo 16 de la Ley N.º 27342.

Disposiciones Finales: 00077
Municipalidad de San Ramón,
Departamento de Lambayeque
Fecha: 17 de agosto de 2009
Firma: Juan José Rodríguez
Luzmila Torres (DNI)
Intendente de agua
Enero de 2009

Ubicación

Alcaldía Municipal de San Ramón, 2009

Fuente: Municipalidad de San Ramón, 2009.

HUMEDALES ARTIFICIALES: UNA ALTERNATIVA CONTRA EL DENGUE Y LA SEQUÍA EN LA REGIÓN CHOROTEGA

ARTIFICIAL WETLANDS AREA: AN ALTERNATIVE AGAINST DENGUE FEVER AND DROUGHTS IN CHOROTEGA REGION

Yendry Vargas Trejos

Jose Quirós Vega

Palabras clave

Biojardinera, aguas residuales, saneamiento ambiental, modelo demostrativo.

Keywords

Biogarden, disposal water, environment enhancement, administrative model.

Resumen

El objetivo del presente estudio consistió en acompañar el proceso de implementación de un humedal artificial subsuperficial (biojardinera) en la comunidad de Hondores, cantón de Nicoya. La iniciativa de construir una biojardinera en dicho cantón nace con el compromiso de atender dos problemáticas socioambientales, contribuir a controlar la propagación de casos de dengue y brindar una alternativa de ahorro y reutilización del agua ante la prolongada sequía que se experimenta durante la época.

Mediante la facilitación de talleres se buscó capacitar a veinte representantes de la comunidad sobre el ahorro del agua y el funcionamiento de una biojardinera. Posteriormente, a través de la aplicación de un cuestionario se eligieron cinco familias como las posibles beneficiarias, junto con ellas se realizó una observación de campo para valorar la condición de las aguas residuales en sus viviendas, identificar las facilidades topográficas para la construcción y dar a

conocer los compromisos que se asumirían en la operación y mantenimiento del sistema, finalmente, este fue construido con apoyo de la comunidad.

La biojardinera que hoy funciona en Hondores se ha constituido en un modelo demostrativo en tres sentidos. Primero ha empoderado a la familia beneficiaria como transmisora de la experiencia y sus beneficios para la salud humana y ambiental. Segundo, ha motivado el involucramiento del Ministerio de Salud para replicar el modelo en Nicoya en coordinación con el IDESPO y, tercero, ha inspirado a seis familias más de las comunidades de Barra Honda, La Vigía, Santa Rita y Corral de Piedra para construir el sistema en sus viviendas.

Abstract

The aim of the study consists of accompanying the process of implementation of an artificial and superficial wetland area (biogarden) in the community of Hondores in Nicoya. The initiative of building the biogarden in that area comes with the commitment of helping solve two socio-environmental problems. The first is to control the propagation of dengue fever and the second one is to provide an alternative for saving and reusing disposal water due to the long dry season which people from the area experience.

Twenty people from the town of Hondores were given training courses on water saving and biogarden management. Shortly after, by means of a questioner, five from the twenty families were chosen as possible recipients of further training and help. Researchers and families together did a field observation in order to see what the conditions of water disposals at home were. They also had to look for the topographic advantages at home for building the biogarden. Finally, they had to agree with the commitments regarding the operation and maintenance of such a system which at the end was built with community support.

The biogarden working now in Hondores has been built in a threefold administrative model. First, it has empowered the recipient family as an experienced canal for others and the advantages for human as well as environmental health. Second, it has promoted the involvement of the Ministerio de Salud (Costa Rican Ministry of Health) for reproducing the model in Nicoya with IDESPO's coordination. Third, it has inspired six more families from Barra Honda, La Vigía, Santa Rita, and Corral de Piedra communities to build their own biogarden in their houses.

1. INTRODUCCIÓN

La situación socioambiental de la Cuenca Hidrográfica del Río Morote, que abarca parte de los cantones de Nicoya, Hojancha y Nandayure¹, constituye la causa principal que ha convocado desde el 2009 la tarea de investigación, extensión y docencia de la Universidad Nacional en la zona. La cuenca presenta problemas de contaminación a lo largo de su recorrido debido al desarrollo de actividades agroproductivas, comerciales y domésticas, las cuales de una u otra forma generan fuentes de contaminación del aire, suelo y agua.

Asimismo, la disposición indiscriminada de aguas residuales en su cauce, sin el debido tratamiento, agudiza su vulnerabilidad, impactando el recurso hídrico contenido en fuentes superficiales y probablemente subterráneas. Al respecto de esta problemática, Costa Rica mantiene una deuda ambiental en el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Por ejemplo, de acuerdo al decimoquinto Informe del Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, en el 2008 tan solo un 3,6% de las aguas residuales recibían un adecuado tratamiento (Programa Estado de la Nación, 2009, p. 213), sin que se presentaran cambios para el 2013, según el decimonoveno Informe del Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (Programa Estado de la Nación, 2014, p. 177).

En el país, por lo general, las aguas residuales no tratadas se descargan en alcantarillados sanitarios o pluviales, o bien, son depositadas en los cuerpos de agua directamente (Programa Estado de la Nación, 2014, p. 191 y Valverde, 2010, p.31). Según resultados del Índice de Desempeño Ambiental, elaborado por la Universidad de Yale, Costa Rica descendió del puesto 5 en el 2012, al puesto 54 en el 2014 (Rojas, 2014, párr. 1). Este vertiginoso

¹ Esta cuenca tiene una extensión de 316 km², y está conformada por 12 subcuencas y 36 microcuencas, el río principal y del cual se origina su nombre pasa por las afueras del casco urbano del cantón de Nicoya.

descenso se generó por la incorporación en el índice de nuevos indicadores como la gestión de los recursos hídricos (puntuación 0 para Costa Rica) y los residuos sólidos, entre otros.

La situación es preocupante, pues es claro que el tratamiento de aguas residuales contribuye a prevenir la contaminación ambiental, en tanto que garantiza la protección de la salud pública (Reynolds, 2002, p. 2). De hecho, el saneamiento básico y la salud son dos variables estrechamente vinculadas, el contagio de enfermedades que se transmiten por el agua se debe a la falta de higiene y aseo, al consumo de agua contaminada y a vectores que se reproducen en aguas residuales a flor de tierra, estancada o empozada (Castro y Pérez, 2009, p. 20).

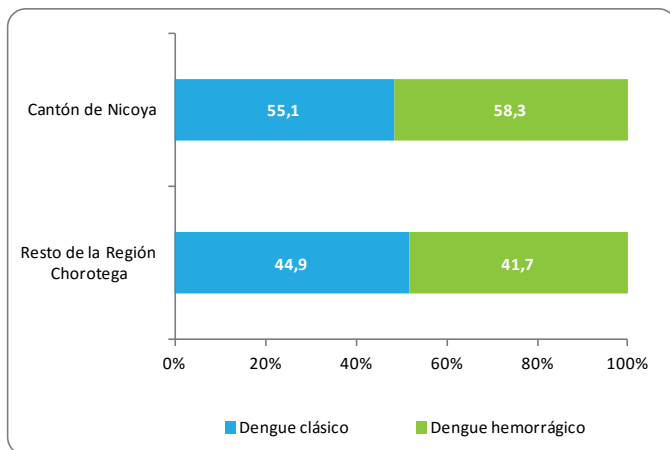
En el caso que nos ocupa, según datos aportados por la oficina de bioestadísticas médicas del Hospital La Anexión de Nicoya, entre el 2012 y el 2013 la población del cantón de Nicoya, en relación con el resto de la Región Chorotega, fue afectada por el incremento en los casos de dengue clásico y hemorrágico. Como se muestra en el gráfico 1, más del 50% de los casos de dengue clásico y hemorrágico reportados en el 2012 en la Región Chorotega, se ubican en el cantón de Nicoya. Mientras en el 2013, tal y como se observa en el gráfico 2, el número de casos reportados en Nicoya sobrepasó el 60% con respecto al resto de la Región Chorotega. De esta manera, Nicoya junto con Orotina y Sarapiquí constituían los cantones con mayor número de casos en el país (Teletica.com 2013, Julio 01).

El cuadro 1 evidencia como entre ambos años se observa una variación porcentual importante en el número de casos registrados. Por ejemplo, en la Región Chorotega el incremento de los casos de dengue clásico y hemorrágico fue más de 200% en comparación con el 2012². En términos del incremento por caso,

² De acuerdo a María Eugenia Villalta, directora médica de la Caja Costarricense del Seguro Social, en el 2013 fue reportado un aumento del 300% en los casos de dengue en el país, en comparación con el mismo periodo en el 2012. En: La Voz de Guanacaste.

Gráfico 1

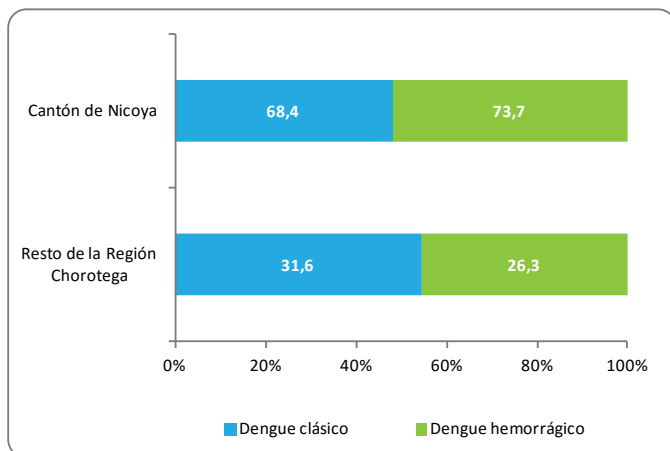
Porcentaje de casos de dengue clásico y hemorrágico reportados en el 2012.



Fuente: Elaboración propia con base en el registro de bioestadísticas médicas. Oficina de Bioestadística. Hospital La Anexión de Nicoya. Setiembre, 2014.

Gráfico 2

Porcentaje de casos de dengue clásico y hemorrágico reportados en el 2013



Fuente: Elaboración propia con base en el registro de bioestadísticas médicas. Oficina de Bioestadística. Hospital La Anexión de Nicoya. Setiembre, 2014.

se puede decir que en la región se reportó en el 2013 más de tres casos por cada caso reportado en el 2012.

En el cantón de Nicoya, el incremento es algo mayor, las estadísticas indican que el aumento de los casos de dengue clásico y hemorrágico fue de 300%, en comparación con el 2012. Mientras que en términos del incremento por caso, en el cantón se reportaron en el 2013 más de cuatro casos por cada caso reportado en el 2012.

La alarma de este incremento a lo largo del 2013 fue ampliamente cubierto por los medios de comunicación, en artículos como «Autoridades corren para eliminar criaderos de dengue en Nicoya», (crHoy.com 2013, Julio 12) y «combatir el dengue en el Pacífico Seco con fumigación» (Teletica.com

Cuadro N° 1

Cantidad de casos de dengue clásico y hemorrágico reportado en el 2012-2013 según su variación porcentual e incremento por caso.

Tipo de evento	Cantidad de casos reportados				Variación porcentual (2013-2012)		Incremento por cada caso (2013-2012)	
	2012		2013					
	Región Chorotega	Cantón Nicoya	Región Chorotega	Cantón Nicoya	Región Chorotega	Cantón Nicoya	Región Chorotega	Cantón Nicoya
Dengue clásico	648	357	2390	1634	268,8	357,7	3,7	4,6
Dengue hemorrágico	12	7	38	28	216,7	300,0	3,2	4,0

Fuente: Elaboración propia con base en el registro de bioestadísticas médicas. Oficina de Bioestadística. Hospital La Anexión de Nicoya. Setiembre, 2014.

2013, Julio 03), estas eran las responsabilidades prioritarias que el Ministerio de Salud, a través de medios de prensa escrito, establecía para la población nicoyana.

No obstante, la situación «epidémica» del cantón también sugirió a la dirección médica de la Caja Costarricense del Seguro

Epidemia de dengue continúa en Nicoya debido a negligencia. Abril 17, 2013.

Social que había una importante cuota de negligencia en el control de criaderos asociados con las aguas residuales, debido a que [...] muchas casas no tienen tanques sépticos para aguas jabonosas, las cuales tienden a ser vertidas en los patios donde se transforman en criaderos de los mosquitos (La Voz de Guanacaste 2013, Abril 17).

Por ejemplo, en la comunidad de Hondores, como en muchas otras localidades de Guanacaste, es común que las aguas residuales sean conducidas a cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento previo, también es cotidiano que en las viviendas haya charcos donde estas aguas se empozan, causando malos olores y potenciando criaderos de distintos vectores.

De allí el papel prioritario de las biojardineras como alternativa de tratamiento biológico de las aguas residuales. Estos sistemas han sido implementados en países como Alemania y Estados Unidos, pioneros en la investigación y desarrollo de esta tecnología. Los primeros estudios se iniciaron en la década del cincuenta, a partir de los noventa su uso se expandió y hoy se utiliza para el saneamiento de pequeños núcleos urbanos y el tratamiento de aguas residuales de todo tipo (Moncada, 2011, p. 15).

Esta tecnología ha sido desarrollada en Costa Rica bajo el concepto de ecosaneamiento y su implementación en el país es reciente, no obstante, ha resultado bastante atractiva para las familias costarricenses, principalmente por su bajo costo y sencilla operación (Moncada, 2011, p. 12).

El ecosaneamiento, como nuevo paradigma para el manejo del agua, busca, entre otras cosas, la separación de las aguas provenientes de una vivienda con el fin de darles un tratamiento por separado y obtener aguas de mejor calidad (Rosales, 2005, p. 18).

En nuestro país existen actualmente un total de 124 biojardineras construidas por la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA) en sitios como Punta Morales, Heredia, Curridabat, Dominical, Cóbano y Arancibia³. La biojardinera recientemente instalada en la comunidad de Hondores es resultado del esfuerzo desarrollado entre el año 2012 y el 2014 por el proyecto “*Acción socio ambiental participativa para la gestión integral de la cuenca hidrográfica del río Morote*”⁴, adscrito al programa Horizontes Ambientales del Instituto de Estudios Sociales en Población (IDESPO) de la Universidad Nacional.

Otro de los objetivos que dicho proyecto buscó con la implementación del sistema fue favorecer el ahorro del consumo hídrico ante los retos que la sequía establece para la población guanacasteca. La histórica falta de lluvias en la provincia de Guanacaste se ha agudizado entre el 2014 y el 2015⁵, al respecto, en junio de este año el Semanario Universidad alertaba: «La provincia de los pozos secos, la falta de agua en Guanacaste tiene en problemas a la población, la producción agropecuaria y la actividad económica» (Semanario Universidad 2015, junio 3).

³ Marín, M. 2014. Entrevista a coordinadora de saneamiento de ACEPESA. Zapote, Costa Rica.

⁴ Esta propuesta fue impulsada en colaboración de la Sede Chorotega, el Centro Mesoamericano de desarrollo sostenible del Trópico Seco, la Escuela de Planificación y Promoción Social, y el Laboratorio de Química Marina de la Escuela de Química de la Universidad Nacional, con el objetivo de promover en las comunidades de Hondores (Nicoya) y Santa Rita (Nandayure), una adecuada gestión de los desechos sólidos, determinar la calidad del agua a lo largo de la cuenca, y desarrollar sistemas no tradicionales para el tratamiento de aguas residuales.

⁵ Desde la década de 1940 ya era de preocupación nacional la falta de lluvias en el Pacífico Seco, esta problemática fue analizada por distintos medios de prensa y revistas agrícolas de la época debido a sus impactos económicos, sociales y ambientales. Al respecto pueden ser consultados los periódicos El Guanacaste y Mensaje, la revista Suelo Tico y las Memorias del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

La posibilidad de reutilizar las aguas residuales de la vivienda en tareas domésticas como lavado de baños, limpieza de pisos, riego de plantas, entre otras actividades, se consideró una oportunidad para que familias de la provincia, de forma práctica y sencilla, logran ahorrar agua en el hogar.

En los siguientes párrafos se describen las fases metodológicas desarrolladas para concientizar, construir y dar seguimiento a la biojardinera instalada en una vivienda de la comunidad de Hondores.

2. METODOLOGÍA

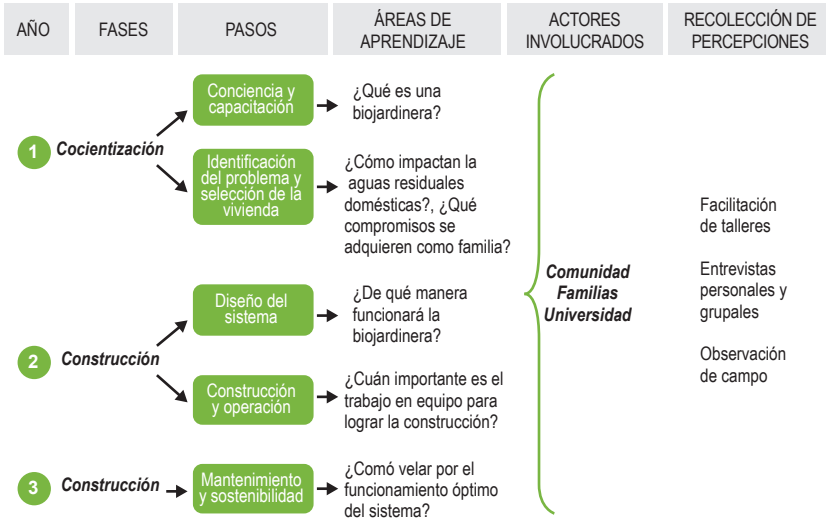
Las biojardineras, como sistemas de tratamiento de aguas residuales, se categorizan como humedales artificiales subsuperficial de flujo horizontal (Mora, Alfaro, Pérez, Sasa, 2014, p. 139). Este sistema posee un bajo o nulo consumo energético, produce pocos residuos durante su operación y se integran muy bien al ambiente natural.

Con el objetivo de explicar el sistema, concientizar acerca de sus aportes e identificar a las familias de la comunidad sobre los compromisos asumidos con su construcción, se implementó desde el 2012 una estrategia educativa enfocada en tres fases de trabajo, divididas en cinco pasos. Estos pasos se complementaron con la recolección de datos mediante la facilitación de talleres, la observación de campo y la aplicación de entrevistas semiestructuradas para conocer las percepciones acerca del sistema.

La figura 1 describe las etapas con sus respectivos pasos, según áreas de aprendizaje, actores involucrados e instrumentos utilizados. En la primera fase se facilitaron talleres sobre las implicaciones humanas y ambientales de las aguas residuales, en la segunda fase se involucró a la familia beneficiaria y a la comunidad en el diseño y la construcción del sistema, en tanto en

Figura 1

Fases metodológicas desarrolladas para la implementación de la biojardinería.



Fuente: Elaboración propia con base en la estrategia metodológica desarrollada para la implementación de la biojardinería. Octubre, 2014

la última fase se monitoreó el mantenimiento que la familia debía dar al humedal para su óptimo funcionamiento.

A continuación se explica cómo fue desarrollada cada etapa y cuáles fueron los alcances logrados.

1. Concientización

1.1 Conciencia y capacitación

En esta etapa se buscó sensibilizar a un grupo de la comunidad, de aproximadamente veinte personas, sobre el inadecuado manejo de las aguas residuales domésticas, dando a conocer alternativas para hacer frente a la situación y mejorar las

condiciones de saneamiento doméstico. Con tal fin, se facilitaron un total de cuatro talleres en los que se abordaron diversas temáticas, como por ejemplo:

- Importancia del agua para los ecosistemas naturales y el ser humano.
- Sistemas alternativos para el tratamiento de las aguas residuales domésticas.
- Experiencias exitosas en Costa Rica en el uso de humedales artificiales como sistemas alternativos de tratamiento.
- Componentes y pasos para la construcción, la operación y el mantenimiento de un humedal artificial subsuperficial.

1.2 Identificación del problema y selección de la vivienda

Mediante la socialización de las exitosas experiencias de las comunidades de la Cuenca del Río Aranjuez y Chimuro de Pérez Zeledón, Costa Rica; se brindaron insumos para comprender el impacto ambiental y humano de las aguas residuales domésticas cuando no son tratadas de forma adecuada y circulan por los alrededores de la vivienda. También se identificó la biojardinera como un método alternativo y viable para conducir, tratar y controlar estas aguas.

La instalación de una biojardinera en una de las viviendas de la comunidad se propuso como modelo demostrativo y educativo de impacto en el tema de saneamiento ambiental. La familia de la vivienda seleccionada debía cumplir con los siguientes requisitos:

- Disponer del lugar como sitio de capacitación, demostración y divulgación de la tecnología.

- Dar mantenimiento al sistema mediante la limpieza de tanques y cuidado de la vegetación.
- Aprobar la instalación de rótulos divulgativos en el jardín de la vivienda para explicar el funcionamiento del sistema.

En el proceso de evaluación se consideró como primer indicador la asistencia a los talleres de capacitación. Un segundo indicador consistió en la aplicación, a las familias interesadas,

Figura 2

Situación de las aguas residuales en una vivienda de Hondores.



Fuente: Fotografía tomada por Yendry Vargas Trejos, 2013.

de un cuestionario estructurado sobre aspectos de saneamiento doméstico, conocimientos sobre riesgos a la salud por causa de las aguas residuales, percepción de salud y principales enfermedades padecidas recientemente.

El tercer indicador se basó en una visita a la vivienda de cada familia por parte del equipo de investigación del proyecto, se aplicó una guía de observación y se tomaron fotografías como registro de las condiciones presentes en la vivienda. En la guía de observación se consideraron las siguientes variables:

- Número de miembros de la familia.
- Impacto de las aguas residuales en el entorno inmediato al hogar.

Figura 3

Situación de las aguas residuales de la vivienda seleccionada.



Fuente: Fotografía tomada por Yendry Vargas Trejos, 2013.

- Pendiente del terreno aledaño a la vivienda.
- Lugar cerca de la vivienda apto para biojardinera.
- Lejanía de árboles con respecto al lugar donde se instalaría el sistema.
- Probabilidad de una construcción futura en el sitio seleccionado.

Como parte cuantitativa de la evaluación a cada ítem se le daba un valor entre 0 y 5, donde 0 representaba el valor más bajo y 5 el puntaje más alto.

2. Construcción

2.1 Diseño de la biojardinera

Se diseñó una biojardinera que tuviera la capacidad de tratar el agua producida por cinco personas, aproximadamente unos 1250 litros/día. Las dimensiones de la misma fueron: 1,5 metros de ancho, 4,0 metros de largo, con una profundidad de 0,7 metros.

En el caso de la familia seleccionada, la biojardinera trataría el agua proveniente de dos viviendas, una de ellas habitada por un matrimonio y su hija de cuatro años y la otra por una adulta mayor. Se tomaron en cuenta las aguas de los baños, pilas de lavado y lavadora de ambas viviendas.

La biojardinera construida en Hondores está integrada por los siguientes componentes: tubería de recolección y conducción del agua residual recolectada en las viviendas, tanques de pretratamiento, humedal artificial (compuesto por un filtro de piedra y plantas), un tanque para recepción del agua tratada y un drenaje para depositar el agua de rebalse.

2.2 Construcción y operación del sistema

La construcción de la biojardinera se convirtió en una actividad en la que el grupo participante de la comunidad pone en práctica lo aprendido en los talleres de capacitación, es un proceso de «**aprender haciendo**» guiado por el equipo técnico del proyecto.

A continuación se describen los componentes que forman la biojardinera:

- **Tanques de pretratamiento:** formados por una batería de dos tanques plásticos conectados entre sí y enterrados a nivel del suelo. Cada tanque tiene una capacidad de 50 galones, en esta sección es donde se recogen las grasas y otro sólidos que no deben pasar al humedal.
- **Humedal artificial o filtro:** está formado por una zanja de 1,5 metros de ancho, 4,0 metros de largo, con una profundidad de 0,7 metros. Las paredes y el fondo de la zanja se cubre con plástico para impermeabilizarla. En los extremos de la zanja se coloca una pared de piedra bola, el espacio que queda entre ellas se rellena con piedra cuarta hasta el nivel del suelo.
- **Tanque de recepción del agua:** conectado al humedal se encuentra un tanque plástico de 50 galones de capacidad donde se recoge el agua que ha pasado por el proceso de tratamiento.
- **Drenaje:** del tanque anterior sale una tubería de PVC que conecta a un drenaje donde se deposita el agua de rebalse. Para el drenaje se utilizaron llantas rellenas con piedra cuarta.

3. Seguimiento y mantenimiento

En esta fase fue fundamental el acompañamiento por parte del equipo técnico del proyecto, ya que es una fase de cambios, adaptaciones y adopción de nuevas prácticas domésticas. Como parte del proceso, es necesario mostrar y dar seguimiento a la limpieza de cada uno de los componentes de manera que no llegue a colapsar el mismo.

Estos cuidados son fundamentales para la operación correcta del sistema y para la rutina de limpieza del mismo, de ello depende el buen funcionamiento de la biojardinera y su vida útil. Por tanto, algunos de los cambios necesarios por implementar consisten en:

- Evitar el depósito de residuos sólidos en las aguas de lavado.
- Prevenir la eliminación de grasas y aceites por esta vía.
- No agregar químicos en las aguas que van hacia el sistema.

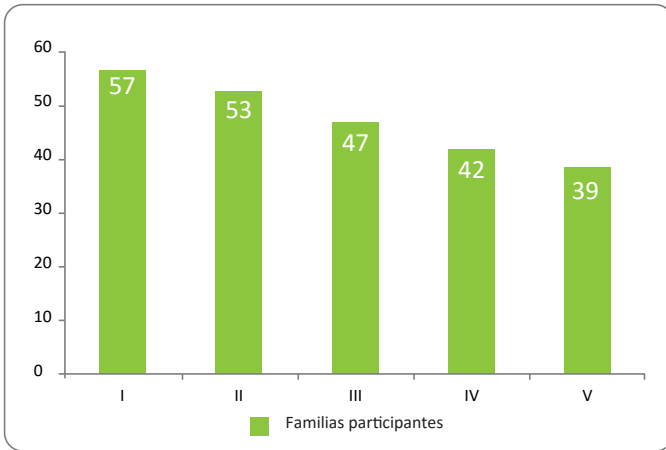
3. RESULTADOS

En el proceso de evaluación y selección participaron cinco viviendas cuyo puntaje se muestra en el gráfico 3, como resultado se selecciona la vivienda de la familia Jiménez López con 57 puntos (familia I del gráfico 3).

En cuanto al hogar elegido, hubo una respuesta afirmativa de todos los miembros para participar y colaborar en la construcción del sistema. El apoyo también fue significativo de parte de vecinos, primos y tíos, al igual que el involucramiento de estudiantes de la Sede Chorotega de la Universidad Nacional, quienes se motivaron a emprender un proyecto como estos en su

Gráfico 3

Puntaje obtenido por cada familia participante en el proceso de selección para la construcción de la biojardinera.



Fuente: Elaboración propia con base en la guía de observación aplicada en campo. Julio, 2013.

hogar.

En las labores de construcción, las personas participantes se involucraron en tareas relacionadas con la preparación del terreno, el zanjeado, la impermeabilización de la zanja, el transporte y la colocación de la piedra, la instalación del pretratamiento y del tanque de almacenamiento del agua tratada, la construcción del drenaje, la preparación e instalación de las tuberías y el ornato del sistema como detalle final.

Una vez terminada la construcción de la biojardinera, se inició la introducción del agua de las viviendas a la misma, en el momento que el sistema alcanzó el nivel máximo de agua se inició la fase de maduración, esto significa que al interior del sistema se están generando los procesos físicos, químicos y microbiológicos necesarios para iniciar la degradación de los contaminantes contenidos en el agua, esto representa el correcto funcionamiento

Figura 4
Zanjeado del terreno.



Fuente: Fotografía tomada por Mónica Calderón Solano, 2013.

de la biojardinera. Mientras esto sucede es normal la presencia de malos olores en el agua debido a que aún no se ha alcanzado la madurez requerida para remover los contaminantes que producen dicho olor.

Al alcanzar el agua el nivel necesario dentro del filtro, se sembraron en la piedra cuarta las plantas de platanillo (*Canna indica*) y bandera (*Strelitzia reginae*), una vez que las plantas se adapten al sistema pueden alcanzar alturas de 1,8 metros. Por pasado el proceso de adaptación, las plantas pasaran a realizar su función de remoción de nutrientes del agua residual (Mora et. al., 2014).

Cuando el sistema entró en funcionamiento, se brindó apoyo a la familia para las tareas de mantenimiento relacionadas con la extracción de grasas y otros sólidos del pretratamiento, y

Figura 5
Selección y separación de la piedra.



Fuente: Fotografía tomada por Mónica Calderón Solano, 2013.

para adoptar cambios en prácticas que tradicionalmente se venían realizando en las actividades cotidianas del hogar, como recoger los sobros de comida y no depositarlos en la pila de lavado y dejar de usar sustancias químicas para el lavado.

Al inicio, asumir la rutina de estas prácticas fue difícil, así como asumir la limpieza del pretratamiento de forma periódica. Como resultado de este proceso de transición, se ha generado una inadecuada operación del sistema que, en ocasiones, ha sido necesario corregir.

4. CONCLUSIONES

Para la familia Jiménez López, los aportes positivos de la biojardinera son económicos, ambientales, humanos y educativos.

Figura 6
Preparación de la tubería.



Fuente: Fotografía tomada por Mónica Calderón Solano, 2013.

En primera instancia, consideran que han tenido un ligero ahorro en el consumo del recurso hídrico, porque ahora su jardín es regado utilizando el agua tratada en la biojardinera y no de la que proviene directamente de la cañería.

El charco, que de forma permanente expedía mal olor e invitaba a perros y gallinas a excavar en busca de su sustento diario, ha sido sustituido por un jardín con vegetación siempre verde y en constante florecimiento. Esta situación ha motivado a otras personas, vecinas de la comunidad y visitantes, a tener uno parecido. Por lo tanto, además de mejorar estéticamente el frente de ambas viviendas, se ha impactado, eliminado y controlado las posibles fuentes de criaderos de insectos. Es decir, se ha hecho una importante contribución al saneamiento ambiental, situación

Figura 7

Acomodo de la piedra para el filtro.



Fuente: Fotografía tomada por Mónica Calderón Solano, 2013.

que impactará a corto o mediano plazo la salud de la familia.

Haber asimilado toda esta experiencia de *aprender haciendo* como un compromiso con la comunidad, el ambiente y su familia, también ha motivado a la familia a visibilizar su vivienda como un espacio de aprendizaje y capacitación constante. En tal sentido, se han interesado en comprender, para poder explicar y comunicar, los detalles relacionados con la construcción, la operación y el manteniendo del sistema.

Es allí donde se observan y valoran los éxitos del proceso de acompañamiento, en el aprender, interiorizar y llevar a la práctica acciones para mejorar la salud humana y ambiental. Sin la identificación, el compromiso y el apoyo de una comunidad y de una familia, la biojardinera de Hondores no habría sido posible.

Figura 8

Familia Jiménez López a lado de su biojardinera.



Fuente: Fotografía tomada por Mónica Calderón Solano, 2013.

Recomendar para mejorar: fortaleciendo procesos

Para fortalecer el proceso de construcción, operación y mantenimiento de una biojardinera con el apoyo de la comunidad y la familia beneficiaria, es importante considerar las siguientes recomendaciones:

En aspectos de concientización:

- Facilitar giras educativas a comunidades donde estén funcionando estos sistemas de forma exitosa, con el fin de contribuir al intercambio de experiencias y aprendizajes entre familias, grupos y comunidades beneficiarias.
- Fortalecer, mediante talleres, temáticas relacionadas con los riesgos para la salud humana y ambiental que implica el inadecuado manejo de las aguas residuales domésticas.

- Promover el involucramiento de las autoridades de salud, los grupos relacionados con la gestión del recurso hídrico a nivel comunal y representantes del gobierno local, en la identificación de la problemática generada por el inadecuado manejo de las aguas residuales.
- En aspectos de construcción:
- Propiciar mayor involucramiento de la comunidad en las tareas de construcción, que contribuya a visibilizar el sistema como modelo demostrativo para poder ser replicado a nivel comunal (escuela, EBAIS, varias viviendas) o individual.
- Considerar, dentro del diseño, trampas de grasa, previo a la conexión del sistema, con el fin de reducir la cantidad de sólidos que puedan obstruirlo.
- Valorar la distancia y la pendiente en las tuberías de conducción del agua desde la vivienda al área de pretratamiento, para evitar la acumulación de sólidos en la tubería.

En aspectos de seguimiento:

- Involucrar a los miembros de la familia en la elaboración de un plan de mantenimiento de la biojardinera que contemple responsables, fechas y actividades para limpiar el área de pretratamiento, podar las plantas y descargar el agua del tanque receptor del agua tratada.
- Elaborar una bitácora de las actividades de mantenimiento realizadas y las planificadas en el seguimiento del sistema.
- Acompañar, por al menos un año, a la familia y la comunidad beneficiaria, en la fase de operación y mantenimiento del humedal artificial, con el fin de atender dudas o inconvenientes que surjan durante el proceso de maduración del mismo.

REFERENCIAS

- Alianza por el Agua (2014), Infografía: Cómo construir una biojardinera. Recuperado de: <http://www.alianzaporelagua.org/saneamiento/recursos-didacticos/30-infografia-como-construir-una-biojardinera>.
- Arguedas, D. (2015). La provincia de los pozos secos. Semanario Universidad. Recuperado de: <http://semanariouniversidad.ucr.cr/pais/la-provincia-de-los-pozos-secos/>
- Castro, R. y Pérez, R. (2009). Saneamiento rural y salud. Guía para acciones a nivel local. Guatemala: OPS/OMS.
- McKinney, A (2013). Epidemia de dengue continúa en Nicoya debido a negligencia. Recuperado de: <http://www.vozdeguanacaste.com/es/articulos/2013/04/17/epidemia-de-dengue-continua-en-nicoya-debido-negligencia>
- Moncada, S. (2011). *Evaluación del diseño de una biojardinera de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas grises en Zapote*. (Licenciatura en ingeniería ambiental). Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Mora, C.; Alfaro, C.; Pérez, R. y Sasa, J, (2014). Remoción de nutrientes en un sistema alternativo de aguas residuales: experiencia a escala real. En. Hernández, A. Rodríguez, R. y Suárez, A. *Clima, Agua y Energía: pilares para el desarrollo sostenible*. pp 137-145. Guanacaste, Costa Rica. Universidad Nacional.
- Mundo, Agua y Saneamiento.net. (2014). Inician exitoso proyecto de biojardineras para ahorrar agua en Costa Rica. Recuperado de: <http://mundoaguaysaneamiento.net/innovación/mejores-practicas-mejores-practicas/inician-exitoso-proyecto-de-biojardineras-para-ahorrar-agua-en-costa-rica/>
- Novo, Y. (2013). Autoridades corren para eliminar criaderos de dengue en Nicoya. <http://www.crhoy.com/autoridades-corren-para-eliminar-criaderos-de-dengue-en-nicoya/>

- Programa Estado de la Nación. (2014). *Décimonoveno Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. San José, Costa Rica. Programa Estado de la Nación.
- Programa Estado de la Nación. (2009). *Décimoquinto Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. San José, Costa Rica. Programa Estado de la Nación.
- Reynolds, K. (2002, Setiembre-octubre). Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica Identificación del Problema. En De La Llave. 1-4. Recuperado de: <http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/DeLaLaveSepOct02.pdf>
- Rojas, P. (2014). Costa Rica tuvo vertiginosa caída en índice de desempeño ambiental. Recuperado de: <http://www.crhoy.com/costa-rica-tuvo-vertiginosa-caida-en-indice-de-desempeno-ambiental-y0n5n6x/>.
- Rosales, E. (2005). Ecosaneamiento. En Tecnología en Marcha. 18 (2),15-25.
- Suárez, N. (2013). Combatir el dengue en el Pacífico Seco con fumigación. Recuperado de: <http://local.teletica.451.com/Noticias/16117-Dengue-se-combatira-en-el-Pacifico-con-fumigacion.note.aspx>.
- Teletica. (2013). Nicoya y Orotina son los cantones con más casos de dengue. Recuperado de: <http://www.teletica.com/Noticias/15779-Nicoya-y-Orotina-son-los-cantones-con-mas-casos-de-dengue-.note.aspx>.
- Valverde, R. (2009). *La problemática del agua en Costa Rica*. San José, Costa Rica: Editorial UCR.

ACERCA DE LOS AUTORES

Yendry Vargas Trejos: Funcionaria del Instituto de Estudios Sociales en Población (IDESPO). Universidad Nacional.

Jose Quirós Vega: Funcionario del Instituto de Estudios Sociales en Población (IDESPO). Universidad Nacional.

**LA RIQUEZA HÍDRICA DE LA RESERVA BIOLÓGICA
ALBERTO MANUEL BRENES, SAN RAMÓN, COSTA RICA**

**THE WATER WEALTH OF ALBERTO MANUEL BRENES
BIOLOGICAL RESERVE, SAN RAMÓN,
COSTA RICA**

Marvin E. Quesada Quesada

Ronald Sánchez Porras

Palabras clave

Agua, precipitación, Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, usos del agua.

Keywords

Water, precipitation, Biological Reserve Alberto Manuel Brenes, water uses.

Resumen

La Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (ReBAMB) constituye una región privilegiada en cuanto a la disponibilidad de agua; con niveles de precipitación que oscilan entre los 3315.9 mm y los 3931.4 mm anuales, superiores al promedio nacional. Esta situación se explica principalmente por su posición altitudinal, su exposición y las variaciones topográficas; características propicias para la existencia de abundantes ríos y quebradas. La alta disponibilidad del agua permite que se le dé una variedad de usos en sectores como el doméstico, agropecuario, turismo, hidroeléctrico y de riego.

Abstract

The Alberto Manuel Brenes Biological Reserve (ReBAMB) is a privileged region because of water availability, with high level of annual precipitation that goes between 3315.9 mm to 3931.4 mm, higher than the national average. This is explained by the height, exposure and the irregular topography, which contribute to the existence of several rivers and tributaries. The high availability of water allows the possibility of distinct uses like domestic, farming, tourism, hydroelectric, and irrigation.

1. INTRODUCCIÓN

En Costa Rica se presenta una gran variación en cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico, mientras que se tienen sectores que prácticamente no cuentan con dicho recurso, tal es el caso de algunos lugares de la provincia de Guanacaste, existen otros que pueden disponer de altas cantidades, entre los que se encuentran aquellos lugares que se ubican en las inmediaciones de las secciones de cordillera. Esta fluctuación gira entre 1200 mm y 7500 mm/anales. Segura (2004) y Valverde (2010), citados por Valverde (2013).

Entre los sectores montañosos privilegiados por la gran disponibilidad de agua esta la sección de la cordillera de Tilarán, donde precisamente se ubica la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. En este sector se cuenta con una de las tasas de extracción hídrica per cápita más alta de Centroamérica, cercana a los 31 300 m³/persona anuales. Segura (2004) y Valverde (2010), citados por Valverde (2013).

En vista del poco interés mostrado en el país, en general, por proteger las fuentes de agua superficiales y al dedicarse pocos espacios para la protección de la oferta hídrica natural; se ha tenido que optar por las aguas subterráneas para poder disponer de agua para consumo humano y otros usos. Es así como cerca del 88% de las extracciones para satisfacer las demandas provienen de aguas subterráneas, lo cual destaca la importancia estratégica de la explotación sostenible de los acuíferos del país, (Global Water Partnership, Centroamérica, 2011).

El proceso de crecimiento actual de la población en Costa Rica ha propiciado una demanda de agua en regiones donde la oferta es escasa y en las cuales dicho proceso ha amplificado la presión sobre un recurso que está empezando a ser escaso. De hecho, esta realidad es preocupante, en Costa Rica los núcleos de

mayor demanda de agua para las actividades socioeconómicas se encuentran ubicadas en espacios geográficos de baja oferta hídrica natural. El mejor ejemplo son las regiones de Guanacaste y la Depresión Tectónica Central, las cuales tienen niveles de demanda altos. Se estima que el 70% de la población se asienta en la vertiente Pacífica, que es la vertiente más seca (Global Water Partnership, Centroamérica, 2011).

Costa Rica cuenta con un 99% de distribución de agua potable en las zonas urbanas y un 92% en las rurales, es, junto con Uruguay, el país que más ha reducido la brecha entre las poblaciones urbanas y rurales. Sin embargo, la excesiva presión sobre algunas fuentes de agua puede conducir a su desaparición. En este sentido, es importante para la planificación sostenible del recurso hídrico, conocer la cantidad de agua de la cual se dispone, los niveles de demanda y los usos del agua (Valverde, 2013).

La variabilidad temporal en los niveles de precipitación influye directamente en las fuentes abastecedoras, lo cual afecta también la disponibilidad real de agua. Una corriente con un régimen hidrológico muy inconstante es poco confiable como fuente abastecedora de agua, por lo que la irregularidad temporal debe ser tenida en cuenta al estimar la oferta neta de una corriente de agua (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2008).

Uno de los principales factores de presión sobre los recursos hídricos de un país es el crecimiento poblacional. El mundo incrementa anualmente su población total, lo que induce a una presión sobre el recurso hídrico, a esto se le deben adicionar las demandas agrícolas e industriales (Domínguez, et al., 2008).

Esta presión sobre el recurso hídrico tiene consecuencias adversas que se revierten a la sociedad que demanda agua. Al crecer dicha demanda, aumenta la cantidad de aguas que se revierten a los cauces como aguas residuales, impactando

la calidad del recurso hídrico. En algunos casos se induce a la escasez, no por la disponibilidad de la misma, sino por la calidad inadecuada para el consumo humano o para su utilización en actividades productivas.

La Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (ReBAMB), indirectamente provee cerca del 60% de las aguas utilizadas para abastecer los poblados que se localizan en sus alrededores. De la ReBAMB y sus alrededores se extrae agua para diferentes usos: agropecuario, riego, anegamiento de áreas verdes, producción hidroeléctrica y consumo doméstico (Sánchez, 2000). Es claro que esta disponibilidad dependerá de la estabilidad y conservación del área silvestre.

La ubicación de la ReBAMB propicia que su régimen de precipitación sea elevado, con niveles de precipitación que oscilan entre los 3315.9 mm y los 3931.4 mm anuales, superior al promedio nacional. Dicho régimen de pluviosidad se ve favorecido por la altitud, la irregularidad topográfica y, especialmente, por los vientos que, cargados de humedad, ingresan en dirección NE-SW y al llegar a las montañas empiezan a elevarse; producto de ello, la temperatura de las nubes desciende, el vapor de agua se condensa y termina precipitándose en forma de agua. Este proceso facilita la recarga acuífera y la proliferación de ríos y quebradas con agua potable.

2. METODOLOGÍA

La población objeto de estudio es el conjunto de segmentos censales existentes en los poblados ubicados en el área de influencia inmediata de la ReBAMB, según el Censo Nacional de Costa Rica del año 2011. Con la ayuda de estos documentos se decidió escoger una muestra de población representativa de un 10% para la aplicación de una encuesta. En esta encuesta se

investigaron aquellas unidades estadísticas que utilizan agua en distintas actividades económicas y sociales, como son el consumo doméstico, porquerizas, ganadería, agricultura e hidroelectricidad, entre otros. No se excluye de la encuesta ninguna actividad relacionada con el abastecimiento público de agua y el suministro propio realizado por las explotaciones agrarias, como podrían ser: tomar agua para distintos usos directamente de una corriente superficial como un río o riachuelo o cuando el agua es extraída de un pozo.

2.1. ÁMBITO TERRITORIAL O GEOGRÁFICO

Desde el punto de vista geográfico, se incluyen todas aquellas poblaciones que se ubican en los alrededores de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. Entre las que se encuentran las comunidades de Cedral, Las Rocas, San Jorge, Bajo La Paz, Zapotal de Miramar, Zapotal de San Ramón, Rincón, Arancibia Norte, Piedades Norte, La Esperanza, Colonia Palmareña, Jabonal, Barranquilla y San Gerardo. Para efectos de análisis estadístico, la encuesta está diseñada para ofrecer resultados a nivel de comunidades rurales, aspecto de especial interés para el estudio y análisis de la estimación de la demanda total de agua a nivel regional.

2.2. ÁMBITO TEMPORAL

La encuesta se llevó a cabo el mes de septiembre del año 2014. Para ello se utilizaron varios encuestadores que conocían muy bien las comunidades encuestadas. Cada uno de ellos anotó la información solicitada en la encuesta con la idea de extraer en forma nítida todos los datos solicitados.

2.3. MARCO POBLACIONAL Y DISEÑO MUESTRAL

La unidad de observación de la encuesta es el consumo de agua potable que se da en la región en los distintos usos descritos

anteriormente. Se utilizó como marco inicial de referencia el constituido por los aspectos generales del encuestado y los aspectos específicos de los diferentes usos del agua que se dan en la zona de estudio. La muestra se seleccionó al azar en cada uno de los poblados que se ubican en los alrededores de la RBAMB

2.4. TAMAÑO DE LA MUESTRA

La utilización como marco de referencia de este directorio inicial permite realizar la recogida de información de manera exhaustiva a aquellas comunidades ubicadas en los alrededores de la Reserva Biológica en estudio. Se escogió una muestra de un 10% del total de población residente en todas las comunidades en estudio. Sin embargo, a lo interno de cada una de las comunidades se utilizó un tamaño de muestra distinto. Para ello, se tomó el tamaño de la población en cada localidad, basado en el último Censo Nacional de Población del 2011 en Costa Rica. Por consiguiente, desde el punto de vista estadístico se seleccionó una muestra con una afijación proporcional según el tamaño de su población.

3. ÁREA DE ESTUDIO

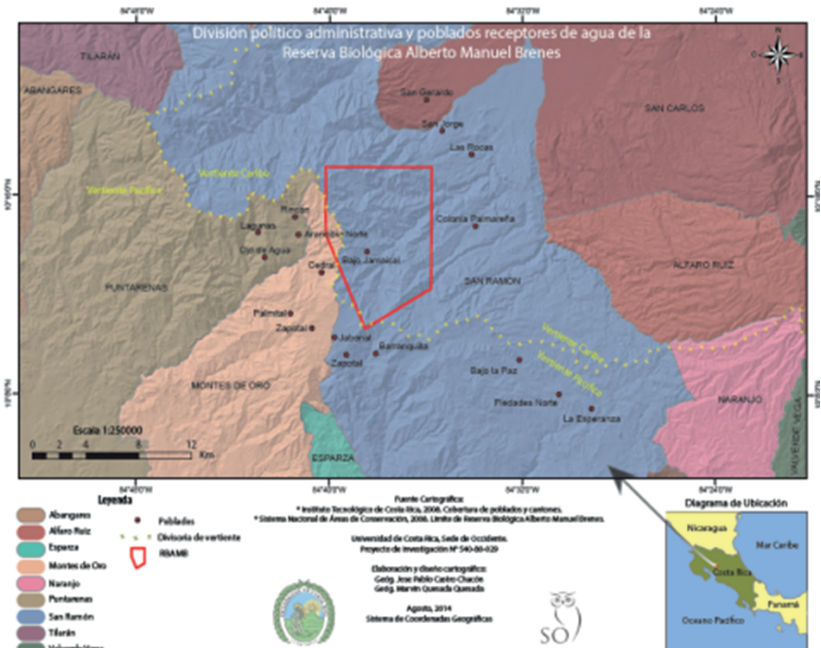
La Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (ReBAMB) se encuentra ubicada entre las longitudes $84^{\circ}35'46.148''\text{W}$ y $84^{\circ}40'9.396''\text{W}$, y las latitudes $10^{\circ}10'38.745''\text{N}$ y $10^{\circ}17'9.453''\text{N}$. Posee una extensión territorial de 7799.18 ha., estas se encuentran distribuidas entre los cantones de San Ramón con 7498.74 ha., y Montes de Oro con 300.43 ha., las cuales están destinadas a la protección de los recursos bióticos y abióticos, así como a la investigación.

Esta reserva posee la particularidad de estar ubicada sobre el eje montañoso que cruza a Costa Rica de Noroeste a Sureste,

con una serie de factores climáticos, topográficos, hidrológicos, geológicos y geomorfológicos muy diversos. Se ubica en la divisoria continental, por lo tanto, las aguas de la reserva drenan hacia ambas vertientes, Pacífica y Caribe (Fig. 1).

Figura 1

Ubicación de la ReBAMB y poblados en su área de influencia inmediata.



Fuente: Elaboración propia con base en el Atlas digital del ITCR, 2008.

RESULTADOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

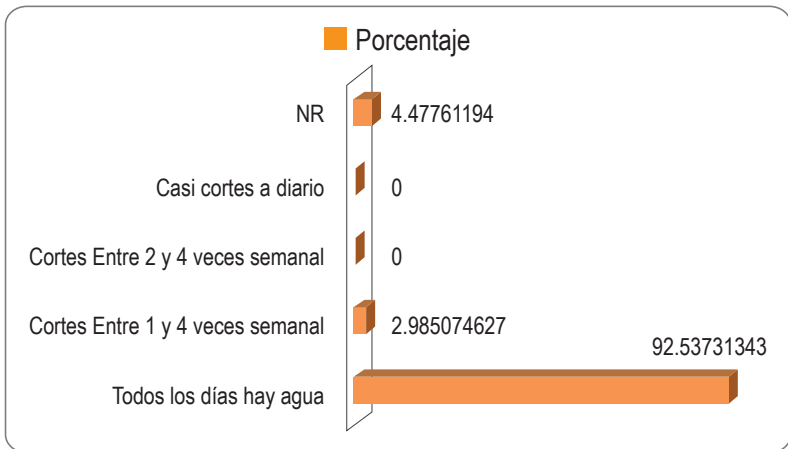
Costa Rica se ubica en una región relativamente privilegiada en lo que respecta a la disponibilidad de agua, con aproximadamente 16.859 metros cúbicos anuales por habitante, que es casi el triple del promedio mundial (Bárcena, Prado y Beteta, 2010). Esta situación se explica principalmente por su posición

Históricamente, la mayor demanda de agua ocurre en la vertiente del Océano Pacífico, cuya disponibilidad es menor que en la vertiente Caribe.

La estimación de la demanda de agua en este estudio se basa en los datos del uso consuntivo por sector. Se encontró que en el área en estudio existen los usos de agua en los sectores doméstico, agrícola, pecuario, anegamiento, turístico, hidroeléctrico, entre otros (Fig. 2).

Uno de los mayores usos del recurso hídrico no cuantificado en metros cúbicos, es el usado por los proyectos hidroeléctricos ubicados en el área de amortiguamiento de la ReBAMB, donde podemos encontrar los siguientes proyectos: 1- PH Pocosol ubicado en el río Peñas Blancas, 2- PH Peñas Blancas en el mismo río, 3 PH La Esperanza en el río la Esperanza, 4- PH San Lorenzo, en el río San Lorenzo, 5- PH Daniel Gutiérrez en el río la Balsa, 6- PH Balsa Inferior en el mismo río y el PH Aranjuez río Aranjuez. La ReBAMB se convierte en uno de los

Figura 3
Frecuencia de agua en las viviendas.



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta realizada en septiembre, 2014.

grandes generadores de Servicios Ecosistémicos en su área de influencia, en vista de que esta también brinda el recurso hídrico para abastecer los acueductos rurales y Asadas de la Región, esto sin tomar en cuenta la cantidad de usuarios que no están inscritos como usuarios de acueductos o Asadas.

La frecuencia de agua en el hogar guarda una estrecha relación con la disponibilidad del recurso a partir de su generación por parte de las diversas fuentes hídricas existentes (Fig. 3).

En este sentido, de acuerdo con Álvarez y Morúa (2014), organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), *United Nations, Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), han determinado que para el presente siglo, el papel del recurso hídrico en las sociedades será cada vez más importante. Por su parte, el Informe de Desarrollo Humano para 2006, hace referencia a la variable *disponibilidad*, como un dato cuantificable del que se puede concluir una situación de “estrés hídrico”, creando parámetros para determinar cuál es la cantidad de agua necesaria para las necesidades básicas de la población (Barrantes, 2005).

De acuerdo con el estudio, cada uso de la tierra (agricultura, industria, producción de energía y conservación) requiere una cantidad mínima para satisfacer su desempeño. Respecto al consumo humano, se requieren 1700 metros cúbicos por persona. En caso de que el consumo sea inferior a los 1000 metros cúbicos hay *estrés*, pero cuando está por debajo de los 500 metros cúbicos hay *escasez absoluta*.

REFERENCIAS

- Álvarez, M. y Morúa, M. (2014). Análisis biofísico de la subcuenca del río Chirripó Pacífico para satisfacer la demanda futura de agua de la ciudad de San Isidro del General, Pérez Zeledón, Costa Rica, 2013. (Tesis de licenciatura en Geografía, Universidad de Costa Rica).
- Barrantes, G. (2005). Undécimo Informe sobre el Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Disponibilidad del recurso hídrico y sus implicaciones para el desarrollo en Costa Rica. *Programa Estado de la Nación*, Consejo Nacional de Rectores, Defensoría de los Habitantes.
- Bárcena, A., Prado, A. y Beteta, H. (2010). *La economía del cambio climático en Centroamérica. Síntesis 2010. Comisión Económica para América Latina (CEPAL)*. México. Recuperado de: desde: http://www.marn.gob.sv/phocadownload/econ_cambio_climatico_ca.pdf
- Domínguez, E., Rivera, H. y Sarmiento. (2008). Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. *Revista Académica Colombiana de Ciencias*. 32 (123): 195-212. Recuperado de: http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_32/123/195-212.pdf
- Global Water Partnership Centroamérica. (2011). *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: Hacia una gestión integrada*. Tegucigalpa. Recuperado de: http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/SituaciondelosRecursosHidricos.pdf
- Jiménez, B. y Asano, T. (2008). *Water reclamation and reuse around the World, in B. Jiménez & T. Asano (eds). Water Reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs,*

IWA Publishing, London. Recuperado el 18 de diciembre de 2014, de FALTA LA DIRECCIÓN ELECTRÓNICA

Sánchez, R. (2000). *Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes*. Ministerio Ambiente y Energía. Costa Rica. 60 p.

Segura, O. (Ed.). (2004). *Agenda Ambiental del Agua en Costa Rica*. Costa Rica: EUNA. Recuperado de: <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientales/45.pdf>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). (2008). *Lección 4. Oferta y demanda del recurso hídrico*. Recuperado el 02 de diciembre de 2014, desde: http://dateca.unad.edu.co/contenidos/358002/Abastecimiento_Contentido_en_linea/leccin_4_oferta_y_demanda_del_recurso_hdrico.html

Valverde, R. (2010). *La problemática del agua en Costa Rica*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica. Recuperado el 02 de diciembre de 2014, desde: <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientales/45.pdf>.

Valverde, R. (2013). *Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica*. Revista Semestral de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, 45. Recuperado el 02 de diciembre de 2014, desde: <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientales/45.pdf>.

ACERCA DE LOS AUTORES

Marvin E. Quesada Quesada. Profesor catedrático de la Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica.

Ronald Sánchez Porras. Profesor asociado de la Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. Director del Posgrado en Desarrollo Sostenible.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

