



# Usos múltiples del **AGUA**

como una estrategia para la  
reducción de la pobreza

Inés Restrepo Tarquino  
compiladora



Universidad  
del Valle

Programa  Editorial

# Usos múltiples del **AGUA**

**como una estrategia para la  
reducción de la pobreza**



Colección Ciencias Sociales y Económicas  
Sociología

El Uso Múltiple del Agua se propone en el marco del concepto de Gestión Integrada de Recursos Hídricos como una estrategia que contribuirá a la reducción de la pobreza y la inequidad. El Programa Mundial de Agua y Alimentos financió un proyecto de investigación, coordinado por IWMI (Instituto Internacional para la Gestión del Agua), siendo Colombia, uno de los ocho países en los cuales se adelantó el proyecto internacional. Su objetivo fue la identificación de propuestas para, por un lado, recuperar la visión integral del uso del agua, obvia para las comunidades rurales, y por otra parte, proponer esquemas tecnológicos y metodológicos que superaran los esquemas sectoriales vigentes, bajo el horizonte del Desarrollo Sostenible. Adicionalmente, Colciencias financió otro proyecto de investigación para proponer un modelo de Gestión Integral de Recursos Hídricos, con enfoque de género y pobreza, desarrollado por la Universidad del Valle /Instituto Cinara, CIAT y UTP. Este proyecto continuó la investigación sobre el uso múltiple del agua en las zonas rurales.

Este libro presenta los resultados de las investigaciones, que incluyen casos de estudio, propuestas tecnológicos y administrativas para sistemas de abastecimiento de uso múltiple y aplicaciones a escala real. Las investigaciones continúan en aspecto como la tecnología de mejoramiento de calidad del agua para riego, la aplicación de la producción mas limpia a nivel de vivienda y asentamiento humano y el desarrollo tecnológico para MiPyMEs. acta ambientalmente a dos ciudades en dos territoriales tan diferentes.



# Usos múltiples del **AGUA**

**como una estrategia para la  
reducción de la pobreza**

**Inés Restrepo Tarquino**  
compiladora



Colección Ciencias Sociales y Económicas  
Sociología

Usos múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza:  
experiencias y propuesta para el contexto colombiano /  
compiladora Inés Restrepo Tarquino. -- Santiago de Cali:  
Editorial Universidad del Valle, 2010.  
238 p. : il. ; 24 cm. -- (Colección Ciencias Naturales y Exactas)  
Incluye bibliografía e índice.  
1. Utilización del agua - Aspectos sociales – Colombia; 2. Alcantarillado –  
Infraestructura – Colombia; 3. Abastecimiento de Agua - Aspectos socioeconómicos –  
Colombia; 4. Consumo de agua –  
Aspectos sociales - Colombia I. Restrepo Tarquino, Inés, comp.  
II. Serie.  
333.91 cd 21 ed.  
A1251790  
CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

**Universidad del Valle**  
**Programa Editorial**

Título: *Usos múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza:  
experiencias y propuestas para el contexto colombiano*

Compiladora: Inés Restrepo Tarquino

ISBN: 978-958-670-785-5

ISBN PDF: 978-958-765-613-8

DOI:

Colección: Ciencias Sociales y Económicas - Sociología

**Primera Edición Impresa abril 2010**

**Edición Digital febrero 2018**

Rector de la Universidad del Valle: Édgar Varela Barrios

Vicerrector de Investigaciones: Jaime R. Cantera Kintz

Director del Programa Editorial: Francisco Ramírez Potes

© Universidad del Valle

© Inés Restrepo Tarquino

Diseño de carátula: Artes Gráficas del Valle

Imagen de carátula: [http://farm1.static.flickr.com/212/523383835\\_d7006100a5\\_o.jpg](http://farm1.static.flickr.com/212/523383835_d7006100a5_o.jpg)

Este libro, o parte de él, no puede ser reproducido por ningún medio sin autorización escrita de la Universidad del Valle.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión del autor y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad del Valle, ni genera responsabilidad frente a terceros. El autor es el responsable del respeto a los derechos de autor y del material contenido en la publicación (fotografías, ilustraciones, tablas, etc.), razón por la cual la Universidad no puede asumir ninguna responsabilidad en caso de omisiones o errores.

Cali, Colombia, febrero de 2018

Éramos reyes y nos volvieron esclavos  
Éramos hijos del sol y nos consolaron con medallas de lata  
Éramos poetas y nos pusieron a recitar oraciones pordioseras  
Éramos felices y nos civilizaron  
¿Quién refrescará la memoria de la tribu?  
¿Quién revivirá nuestros dioses?  
Que la salvaje esperanza siempre sea tuya querida alma inamansable

Fuego en el altar (Gonzalo Arango, poeta colombiano)

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

## CONTENIDO

Resumen ejecutivo .....	11
Presentación .....	17
Introducción .....	19
<b>Capítulo 1</b>	
La pobreza y el hambre en Colombia	
<i>Inés Restrepo Tarquino</i> .....	25
<b>Capítulo 2</b>	
Servicios de agua en las zonas rurales	
<i>Inés Restrepo Tarquino</i> .....	33
<b>Capítulo 3</b>	
Marco conceptual	
<i>Inés Restrepo Tarquino</i> .....	49
<b>Capítulo 4</b>	
La investigación en usos múltiples del agua en la zona rural	
<i>Inés Restrepo Tarquino</i> .....	57
<b>Resultados de la investigación</b>	
<b>Capítulo 5</b>	
Evaluación de la estrategia de Alianzas para el aprendizaje	
<i>Silvia Milena Corrales e Isabel Cristina Domínguez</i> .....	73
<b>Capítulo 6</b>	
Análisis de las intervenciones realizadas por el PAAR desde la perspectiva de usos múltiples del agua	
<i>Silvia Milena Corrales e Isabel Cristina Domínguez</i> .....	85
<b>Capítulo 7</b>	
La Palma-tres puertas: un acueducto de uso múltiple	
<i>Silvia Milena Corrales e Isabel Cristina Domínguez</i> .....	97



## **Capítulo 8**

Cajamarca: una comunidad a la que el acceso al agua le permitió mejorar su calidad de vida

*Silvia Milena Corrales e Isabel Cristina Domínguez* ..... 113

## **Capítulo 9**

Propuesta para el manejo del agua en fincas productivas del Quindío

*Marco Antonio Barrios* .....131

## **Capítulo 10**

Múltiples usos del agua en una cuenca de los andes y su relación con el uso del suelo

*Clara Eugenia Roa* .....139

## **Capítulo 11**

Múltiples usos del agua en la vivienda: usos y priorización con perspectiva de género. Caso Costa Rica (Valle)

*Andreína Ríos Rúa y Vladimir Correa Campo* ..... 151

## **Capítulo 12**

Funcionamiento de sistemas de acueducto y alcantarillado en zonas rurales bajo el concepto de usos múltiples del agua. caso Costa Rica (Valle)

*Ronald Jefferson Castro y Marcelo Vladimir Delgado* .....161

## **Propuestas técnicas y administrativas para sistemas de uso múltiple del agua**

### **Capítulo 13**

Diseño de sistemas de uso múltiple para zonas rurales

*Isabel Cristina Domínguez, Silvia Milena Corrales e*

*Inés Restrepo Tarquino* ..... 173

### **Capítulo 14**

Administración de sistemas de uso múltiple

*Silvia Milena Corrales e Isabel Cristina Domínguez* ..... 191

## **Aplicaciones**

### **Capítulo 15**

Prototipos de vivienda para recuperación y densificación de barrios estrato 2 en Cali

*Mario Fernando Camargo Gómez y Davinson Enrique Caicedo Caicedo* ..... 207

### **Capítulo 16**

Aplicación del concepto de uso integral del agua: parcelación ecoturística Nashira

*Luis Darío Sánchez*..... 217

**Recomendaciones** ..... 225

**Lista de figuras** ..... 227

**Lista de Tablas** ..... 229

**Lista de cuadros** ..... 230

**Lista de fotografías** ..... 231

**Listado de abreviaturas** ..... 232

**Definiciones** ..... 232

## AGRADECIMIENTOS

Este documento presenta los resultados de la investigación de la Universidad del Valle/Instituto Cinara sobre usos múltiples del agua de los proyectos *Usos múltiples del agua para la reducción de la pobreza* financiado por el CGIAR Programme on Water and Food, coordinado por IWMI y *Desarrollo de un modelo en GIRH que incorpore género y pobreza en el marco del desarrollo sostenible* financiado por COLCIENCIAS y ejecutado por Universidad del Valle, UTP y CIAT.

Ambos proyectos fueron coordinados por el Grupo de Gestión Integrada de Recursos Hídricos del Instituto Cinara de la Universidad del Valle. El componente de Latinoamérica (Bolivia y Colombia) en el proyecto internacional tuvo la coordinación del IRC de Holanda. Todos los documentos producidos por el proyecto internacional se encuentran en la página [www.musproject.net](http://www.musproject.net)

Se agradece la participación de estudiantes de pregrado y posgrado de la Universidad del Valle; los profesores Norberto Urrutia y Andrés Echeverri del grupo REGAR de EIDENAR, Escuela de Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad del Valle; las comunidades de Costa Rica (Ginebra), Cajamarca (Roldanillo), Las Palmas-Tres Puertas (Restrepo), la cuenca del río Chocho (Cali), las fincas Las Brisas, Santa Rita y El Establo en el Quindío, así como la dedicación y esfuerzo de Isabel Cristina Domínguez y Silvia Milena Corrales, compañeras del Grupo de Gestión Integrada de Recursos Hídricos y el acompañamiento durante todo el proceso de la Dra. Barbara van Koppen, el Dr. John Butterworth y Stef Smits.

Inés Restrepo Tarquino (Editora)

## RESUMEN EJECUTIVO

Según la Misión contra la pobreza y la desigualdad -MERPD (2006), en Colombia en el año 2005 existían 20,3 millones de personas pobres (49,2%) y de ellas, aproximadamente 7,1 millones (14,7%) se encontraban en situación de pobreza extrema. El 68,2% de la población rural era pobre frente al 42,3% en las zonas urbanas. Los ingresos mensuales por persona en los hogares en pobreza extrema eran de \$51.000 mensuales (US\$25), por debajo de los \$91.000 mensuales (US\$45) que en el país definen la línea de indigencia y muy por debajo del salario mínimo legal de \$ 385.500 mensuales (US\$154,5).

El análisis de las formas de vida de las familias más pobres permitió identificar aspectos fundamentales para su supervivencia. Por ejemplo, las familias más pobres desarrollan actividades productivas en su sitio de alojamiento, tanto en zonas urbanas como en zonas rurales, y por lo general, estas actividades son de muy pequeña escala. Muchas de ellas están a cargo de las mujeres, los niños y las niñas y contribuyen en alguna medida por un lado, a la seguridad alimentaria –sobre todo la nutrición de los niños– y por otro, a la generación de ingresos que le permiten a la familia sobrevivir en medio de los continuos vaivenes de la vida diaria. En muchos casos la pequeña actividad productiva del hogar es el único sostén de la familia y depende del acceso al agua.

El concepto de uso múltiple del agua aplicado a la reducción de la pobreza es reciente. En Cinara, la investigación sobre el uso múltiple del agua se inició en 1999, siendo una institución pionera en el tema. Este concepto se aplica naturalmente en las comunidades rurales y urbanas informales, pero carece de sentido a nivel institucional, donde predomina la planificación basada en que la familia trabaja fuera de su hogar para

---

obtener sus ingresos –una concepción eminentemente urbana formal– y que el agua en la vivienda se usa solamente en actividades domésticas como cocinar y limpieza corporal y del hogar.

Este documento presenta los resultados obtenidos en Colombia en los proyectos *Usos múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza* ([www.musproject.net](http://www.musproject.net)), coordinado por IWMI, con la participación de IRC y numerosos socios en diversos países, entre ellos Colombia y Bolivia, financiado por CGIAR Challenge Programme on Water and Food y el proyecto *Desarrollo de un modelo en GIRH que incorpore género y pobreza en el marco del desarrollo sostenible* financiado por COLCIENCIAS y ejecutado por Universidad del Valle, UTP y CIAT. Adicionalmente, presenta los resultados de investigaciones anteriores a los mencionados proyectos en relación con el tema de Usos múltiples del agua, adelantadas por el grupo de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la Universidad del Valle.

Inicialmente se presentan estudios de caso en los que se caracterizaron las formas de vida de comunidades rurales en Valle del Cauca y Quindío y su relación con el agua, que fueron estudiadas a través de la estrategia de Alianzas para el aprendizaje en la cuales se generó un debate sobre la necesidad de revisar la normatividad vigente en materia de abastecimiento de agua y saneamiento para el sector rural con el fin de incluir el concepto de uso múltiple del agua para reducir la pobreza y el hambre. La participación de la Directora del PAAR, Programa de abastecimiento de agua rural del Valle del Cauca, y el personal de campo fue fundamental para introducir cambios en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua rurales.

El PAAR, aunque identificaba en el diagnóstico las formas de sustento de la población en las localidades en las que intervenía, no relacionaba las actividades en el predio rural con el sistema de abastecimiento debido a que la normatividad colombiana indica que este sistema es solamente para suplir de agua para consumo humano y doméstico. El 100% de las localidades intervenidas tenían usos múltiples del agua, el 34% de los diagnósticos del PAAR lo explicitaban, el 16% de los diseños lo incluían y sólo el 5% de los estatutos de los sistemas los permitían. Es notable que la información obtenida en el PAAR sobre la oferta hídrica disponible fuera escasa.

Uno de los casos de estudio fue el acueducto de La Palma-Tres Puertas en el municipio de Restrepo (Valle), que funciona como un acueducto de uso múltiple, con grandes limitaciones en el suministro de agua. Estas limitaciones posiblemente tienen relación con las pérdidas en el sistema, reflejadas en el agua no contabilizada (50% del agua que entra al sistema) más que con el desarrollo de actividades de pequeña escala en el 91% de los predios familiares. Las actividades de pequeña escala son la principal fuente de sustento para casi todas las familias que las desarrollan y el acceso al agua

---

del acueducto es fundamental para poderlas tener. Casi todas las actividades en el área de estudio utilizan el acueducto como única fuente de agua. Se pueden catalogar como actividades de pequeña escala la tenencia de no más de cinco cerdos o vacas o caballos, menos de 30 gallinas y no más de media plaza (3.600 m<sup>2</sup>) de cultivo. Por lo general, las gallinas y cerdos en este tipo de actividades están a cargo de la mujer así como los cultivos de hortalizas alrededor de la vivienda. Las vacas, los caballos, los cerdos en cantidades grandes y los cultivos diferentes a hortalizas están a cargo de los hombres. En las actividades pecuarias de gran escala se encontró una demanda de agua de 22,6 m<sup>3</sup>/usuario mes mientras que las actividades pecuarias de pequeña escala demandaban 2,2 m<sup>3</sup>/usuario mes. Por otra parte, las actividades de cuidado de cultivos no tienen mayor impacto en la demanda de agua del acueducto (0,1 m<sup>3</sup>/usuario mes).

La diversificación de cultivos y actividades pecuarias, como la tiene actualmente La Palma-Tres Puertas, le permite a la familia mantener todo el año la posibilidad de obtener alimentos para autoconsumo y generar algunos ingresos para la supervivencia. La mitad de las familias recibe unos ingresos menores que el salario mínimo legal vigente (US\$1,33/persona día) y un 15% alcanza los US\$240 mensuales (US\$2/persona día). La diversificación como estrategia de supervivencia para las familias rurales pobres depende completamente del acceso al agua, normalmente la del acueducto. Para mejorar el acceso al agua se debe promover el uso de otras fuentes complementarias como el agua lluvia y las aguas grises o residuales tratadas.

Por otra parte, Cajamarca que es un corregimiento de Roldanillo (Valle), tiene una mejor disponibilidad de agua al tener un acueducto y un minidistrito de riego. Se generan ingresos por el acceso al agua que oscilan entre los \$300.000 (US\$136,4) y \$1.200.000 (US\$545,5) aproximadamente, de acuerdo con la cantidad de agua disponible y la actividad realizada. Según los ingresos percibidos por la gente, se observa que las comunidades que tienen mejor acceso al agua están más lejos de la línea de pobreza.

El estudio en el Quindío determinó índices relacionados con las actividades productivas. Mostró que el consumo de agua varía entre 133 y 253 l/hab día, requiriéndose sólo 5 l/hab día como agua potable. Un cuarto del agua consumida se empleaba en vaciar el inodoro. El consumo para actividades productivas era entre el 51 y el 92% del agua consumida en el predio rural. Se observó que la actividad cafetera era la que más empleos generaba por m<sup>3</sup> de agua cuando posee beneficio ecológico, casi 18 veces más que en el beneficio tradicional y además es la que más genera ingreso por volumen de agua; por otra parte, la actividad lechera es la que genera menos ingresos y empleo por volumen de agua. Adicionalmente, el engorde de terneros genera mayor ingreso por volumen de agua que el engorde de cerdos.

---

En la microcuenca de Los Sainos en El Dovio (Valle) se caracterizó tanto la familia rural como su consumo de agua. Se encontró que una familia promedio de la microcuenca Los Sainos está constituida por cuatro personas, con un perro, 10 gallinas, cinco cerdos y cinco cabezas de ganado, con 350 m<sup>2</sup> de cultivo y un jardín alrededor de la casa, puede gastar 191 l/hab día, en los usos domésticos y productivos, incluyendo riego de cultivos, y el cuidado de animales. Se debe tener en cuenta que este consumo corresponde a un día en el que hubo riego, sin embargo no todos los días se realiza esta actividad. Normalmente se hace cada tres días en temporada seca. Si esta misma familia tiene un cultivo de café, el consumo se incrementa para su procesamiento hasta 249 l/hab día. Se debe tener en cuenta que el cultivo de café en esta zona no se riega y que este uso tampoco es de todos los días del año. Si además una familia tiene un estanque de peces en su finca, el consumo de agua se incrementa hasta 669 l/hab día. El consumo doméstico rural en esta cuenca de los Andes (67 l/hab día) es muy bajo si se compara con los estándares colombianos (89 a 240 l/hab día) y aún cuando se considera el consumo para los usos que en el sector rural son básicos como el cuidado de los animales, el jardín, la huerta o los cultivos y aún para lavar el café, el consumo está sólo un poco por encima del máximo para los estándares colombianos (249 l/hab día).

Costa Rica, corregimiento de Ginebra (Valle), es un caso especial pues tiene aproximadamente 5.000 habitantes y 1.500 cerdos. La porcicultura es una actividad tradicional en la localidad y es llevada a cabo principalmente por las mujeres, que suelen tener entre uno y tres cerdos en el predio (52% de las viviendas). En las viviendas donde se realizan estas actividades, las mujeres priorizan el uso del agua para los animales en tercer lugar, luego del uso para cocina y aseo personal, mientras que los hombres lo ubican en cuarto lugar, solo por encima del uso en aseo de la vivienda. Esta priorización es diferente a la que se tiene institucionalmente, que es sectorial, donde se coloca en primer lugar el consumo humano y doméstico, en segundo lugar la agricultura y en tercer lugar las actividades pecuarias.

La fuente principal de agua para las actividades productivas de pequeña escala es el acueducto, solamente se complementa en una baja proporción con agua lluvia y residual para el aseo de la vivienda (6%) y el riego de plantas (19,14%). La demanda unitaria para las actividades pecuarias es de 40 l/gallina/día y 120 l/cerdo/día, lo que representa 69 m<sup>3</sup>/día (6%) y 145 m<sup>3</sup>/día (12%) de agua, respectivamente. El consumo humano y doméstico –como lo define el RAS 2000–, el pequeño comercio y las pérdidas en la vivienda se estiman en 191 l/p/d que representan 956 m<sup>3</sup>/día (82%). Esto equivale a una dotación de 332,6 l/hab/día y a 40 m<sup>3</sup>/usuario mes, que son mayores que el consumo especificado por la normatividad colombiana.

---

El impacto de las actividades productivas en el acueducto y alcantarillado se refleja en los picos de consumo y vertimiento, que aparte de los picos normales en el uso doméstico del agua (temprano en la mañana, al medio día y cerca a la noche) presenta un máximo a las 4 pm, hora en que la mayor parte de las familias limpia las cocheras.

Las propuestas consideran la posibilidad de usar múltiples fuentes para múltiples usos a través de tecnología multipropósito. Se considera por ejemplo combinar agua lluvia, agua de niebla, agua superficial y subterránea y agua residual tratada para satisfacer las distintas necesidades de agua de las comunidades rurales. Por lo tanto, para una localidad rural podrán existir simultáneamente soluciones individuales y colectivas tanto de abastecimiento de agua como de saneamiento. Es importante entonces considerar integralmente la operación y mantenimiento tanto de soluciones colectivas como individuales para realmente garantizar un uso eficiente del agua y la aplicación de los principios ambientales que actualmente se promueven: extracción mínima necesaria de recursos naturales, mantenimiento de tales recursos en el ciclo humano el mayor tiempo posible y disposición de lo sobrante sin alterar los ciclos naturales de los distintos elementos.

Se incluyen diversas fuentes que deberán ser utilizadas según los requerimientos de calidad y cantidad de cada uso. Por ejemplo, no se requiere agua potable para vaciar inodoros. Si el agua del acueducto es potable –algo raro en la zona rural– podría utilizarse el agua de lavado (aguas grises) para vaciarlos o el agua lluvia. Si el agua del acueducto no es potable, podría utilizarse el agua lluvia, adecuadamente recogida y almacenada, como agua de bebida y preparación de alimentos. También sería posible utilizar sistemas de tratamiento de agua hasta cierto nivel de forma colectiva para facilitar el uso de sistemas de irrigación altamente eficientes, y promover la desinfección a nivel individual específicamente para el agua que se utiliza en la cocina. El agua residual tratada puede servir para irrigación u otros usos que no requieren agua de altísima calidad como el lavado de cocheras o establos. En fin, toda la creatividad de la ingeniería se puede poner al servicio del mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural si solamente se aclaran los objetivos del abastecimiento de agua y sus correspondientes intervenciones institucionales, que están lamentablemente fragmentadas por sectores del desarrollo.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**



## **PRESENTACIÓN**

Este documento presenta los resultados de las investigaciones de la Universidad del Valle/Instituto Cinara sobre el tema Usos múltiples del agua, que empezaron en el año de 1999 y continuaron en dos proyectos de investigación, uno internacional financiado por el CGIAR Challenge Programme on Water and Food y coordinado por IWMI y otro nacional, financiado por Colciencias y ejecutado por la Universidad del Valle, UTP y CIAT. Cinara fue una de las instituciones pioneras en el tema y coordinó la formulación de una propuesta de investigación por 11 países suramericanos para aval de Global Water Partnership, aval que no consiguieron todos estos países unidos.

Los resultados de la investigación que se presentan en el documento están dirigidos a los profesionales que trabajan en el sector de agua y saneamiento y en el sector agropecuario, a los estudiantes de educación superior en programas académicos de ambos sectores como ingeniería sanitaria, ingeniería civil e ingeniería agrícola. A los estudiantes y profesores de arquitectura, que desconocen la influencia del diseño de la vivienda de interés social en la zona rural para propiciar el uso múltiple del agua y las actividades productivas de pequeña escala, que permiten la supervivencia de la familia rural. Además, a todo tipo de personal que trabaje con comunidades rurales en el mejoramiento de su calidad de vida. Es necesario difundir el conocimiento que se ha generado durante más de ocho años de investigación en el tema de usos múltiples del agua en zonas rurales. La problemática aquí expresada también se tiene en las zonas urbanas, en las que no se han adelantado investigaciones.

Parte de estos resultados ya ha sido incorporada al Programa de abastecimiento de agua rural del Valle del Cauca (PAAR), que –como

---

importante participante de las Alianzas para el Aprendizaje conformadas en los proyectos de investigación– aportó el conocimiento y experiencia de sus funcionarios para la construcción de nuevo conocimiento que mejore las condiciones de vida de la población rural. No se han obtenido hasta el momento logros a nivel nacional pues la concepción actual de los sistemas de agua rurales no es para reducción de la pobreza y el hambre o para promover la equidad de género en el acceso a recursos naturales, como el agua, dos de los Objetivos de desarrollo del milenio (ODM).

Este documento se compone de tres partes principales: unos capítulos introductorios tanto al tema de usos múltiples del agua como a la investigación (capítulos 1, 2, 3, 4 y 5) en los que se presenta la problemática en Colombia asociada con el Objetivo 1 de los Objetivos de desarrollo del milenio (ODM), la situación de abastecimiento de agua en la zona rural en el Sector de agua y saneamiento, el marco conceptual de la investigación y la metodología desarrollada. Una segunda parte contiene los resultados de las investigaciones (capítulos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13), con casos de estudio realizados tanto por las Alianzas para el Aprendizaje como estudiantes y por el equipo investigativo de Cinara. Las propuestas técnicas y administrativas para sistemas de uso múltiple de agua (capítulos 14 y 15) presentan la construcción colectiva realizada con las Alianzas para el Aprendizaje. La parte final presenta aplicaciones de las propuestas (capítulos 16 y 17) en el diseño de viviendas de interés social, –un tema que amerita nuevas investigaciones– y a nivel colectivo en una comunidad liderada por mujeres, finalmente, algunas recomendaciones en torno al tema de usos múltiples del agua.

La investigación continúa y próximamente saldrán a la luz los lineamientos que se han propuesto para el diseño y administración de sistemas de uso múltiple del agua para zonas rurales a partir de las propuestas presentadas en los capítulos 14 y 15.

Por ser un tema relativamente nuevo, solicitamos a todos los lectores que envíen sus comentarios a la compiladora, correo electrónico [ines.restrepo@correounivalle.edu.co](mailto:ines.restrepo@correounivalle.edu.co).

## INTRODUCCIÓN

Según la Misión contra la pobreza y la desigualdad -MERPD (2006), en Colombia en el año 2005 existían 20,3 millones de personas pobres (49,2%) y de ellas, aproximadamente 7,1 millones (14,7%) se encontraban en situación de pobreza extrema. El 68,2% de la población rural era pobre frente al 42,3% en las zonas urbanas. Los ingresos mensuales por persona en los hogares en pobreza extrema eran de \$51.000 mensuales (US\$25), por debajo de los \$91.000 mensuales (US\$45) que en el país definen la línea de indigencia y muy por debajo del salario mínimo legal de \$ 385.500 mensuales (US\$154,5).

La violencia en Colombia no es gratuita, es producto de la marginación, la exclusión y la discriminación que sufre la población campesina. En Colombia, la zona rural presenta problemas de violencia, conflicto armado, desplazamiento, productividad baja, precarias condiciones de prestación de servicios de salud y educación, precarias condiciones de trabajo y baja cobertura de seguridad social, entre otros factores, pero las políticas públicas en general no se han orientado a la población campesina pobre, ni al fomento de las actividades del campo. Muestra de ello, es la decreciente evolución de la participación del sector agropecuario en el PIB nacional, que pasó del 17% en los noventa al 13% en 2005 (MERPD, 2006). Por otra parte, la desigualdad es notoria en Colombia, los ingresos familiares totales del 20% de la población más rica son del 62%, mientras que en el 50% más pobre, son apenas del 14%. Colombia es uno de los países con mayor desigualdad en el mundo, con un GINI de 0,59. Se predice que si todo sigue igual, la desigualdad será aún mayor en el futuro.

Frente a la situación de pobreza y desigualdad, el gobierno colombiano lanzó una *Estrategia para la reducción de la pobreza y la desigualdad* en octubre de 2006. Esta estrategia, en su componente de reducción de la pobreza

---

rural, considera fundamental mejorar el acceso a la tierra, el crédito y el capital, pero no considera el acceso al agua como eje fundamental para el mejoramiento de la calidad de vida en las zonas rurales, ni contempla su acceso para las mujeres que desarrollan actividades de pequeña escala en sus hogares como mecanismo de supervivencia. Igualmente, contempla el fomento de las pequeñas actividades productivas en el campo y la empresarización –asociatividad– de los pequeños productores para mejorar su competitividad, pero no menciona el acceso al agua como factor esencial del mejoramiento de la productividad.

Con este tipo de estrategias, Colombia se integra al mundo en el esfuerzo por combatir la pobreza que agobia a miles de millones de personas. Es así como el Objetivo 1 de los Objetivos de desarrollo del milenio (ODM) de las Naciones Unidas busca “erradicar la pobreza y el hambre” y tiene como metas: a) reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, la proporción de personas con ingresos inferiores a 1 dólar por día, b) lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos, incluidos las mujeres y los jóvenes y c) reducir a la mitad, en este período, el porcentaje de personas que padecen hambre. El análisis de las formas de vida de las familias más pobres permitió identificar aspectos fundamentales para su supervivencia. Por ejemplo, las familias más pobres desarrollan actividades productivas en su sitio de alojamiento y por lo general, estas actividades son de muy pequeña escala. Muchas de ellas están a cargo de las mujeres, los niños y las niñas y contribuyen en alguna medida por un lado, a la seguridad alimentaria –sobre todo la nutrición de los niños– y por otro, a la generación de ingresos que le permiten a la familia sobrevivir en medio de los continuos vaivenes de la vida diaria. En muchos casos la pequeña actividad productiva del hogar es el único sostén de la familia.

Uno de los ejes fundamentales para el desarrollo de estas actividades de pequeña escala es el acceso al agua. En las zonas rurales y urbanas informales, el agua se requiere para regar pequeños cultivos y la cría de animales como las gallinas, las vacas o los cerdos, mientras que en las zonas urbanas se utiliza para la venta de alimentos preparados, en las peluquerías, o en pequeñas microempresas familiares, entre otras actividades. Sin embargo, en la práctica formal institucional estas pequeñas actividades productivas de los más pobres no son reconocidas, ni valoradas, ni promovidas y mucho menos apoyadas. La asignación del agua tiene como criterio la eficiencia económica agregada, bajo el principio de maximizar los beneficios netos agregados que genera el agua entre todos los usuarios (Méndez, 2009). Se supone entonces que la actividad que genera las mayores ganancias debe ser prioritaria pues estas utilidades se redistribuirán luego en la población. Como ejemplo, en Colombia, el Artículo 4 del Decreto 1729 del 2002 señala que *la ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un*

---

*adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos.*

Esta visión economicista del agua ha conducido a inequidades que generan múltiples conflictos, pues todavía se considera –y actualmente con más fuerza– que si los ricos tienen grandes utilidades, la sociedad estará mejor y tendrá más bienestar. Así, las grandes actividades productivas tienen todo el reconocimiento del gobierno y se destinan sumas millonarias para su fomento (Colciencias, 2008). Entre otras cosas, por ejemplo, se construyen represas para la generación de energía para tales actividades y sistemas de riego para actividades agrícolas. Sin embargo, el agua se niega para las pequeñas actividades productivas, que desarrollan las familias más pobres cuando dependen casi exclusivamente de acueductos para obtenerla. Se observa inequidad de género en su acceso: es especialmente negada para las actividades productivas que desarrollan las mujeres en el hogar; mucho más fácil le es reconocido el acceso a los hombres, independientemente del tamaño de la actividad.

La preocupación frente al acceso al agua por parte de las familias más pobres es una preocupación mundial pues la situación de Colombia se repite por todos los rincones del planeta. En 2003, el IRC, el IWMI, el NRI y el DWAF organizaron en Johannesburgo (Sur África) un Simposio sobre los usos múltiples que tiene el agua en las zonas rurales. Este Simposio lanzó una declaración que destacó la importancia del acceso al agua para la reducción de la pobreza pues el acceso al agua brinda oportunidades en cuanto a seguridad alimentaria, ingresos adicionales y diversificación de actividades, lo que a su vez es una protección frente al cambio climático. Además, previno sobre la necesidad de que el sector de agua y saneamiento abra las oportunidades de acceso al agua para las personas pobres, más allá de la dotación que se provee para usos domésticos, indicando que ese acceso para estas actividades puede incrementar la posibilidad de que las familias puedan sostener financieramente los sistemas de abastecimiento comunitarios. Por otra parte, es necesaria mayor investigación para que el abastecimiento de agua pueda ofrecerse mediante tecnología multipropósito, de múltiples fuentes para múltiples usos. Se concluye entonces que la erradicación de la pobreza debe abordarse de una forma integral y no sectorial simplemente.

El concepto de uso múltiple del agua aplicado a la reducción de la pobreza es reciente. Este concepto se aplica naturalmente en las comunidades rurales y urbanas informales, pero carece de sentido a nivel institucional, donde predomina la planificación basada en que la familia trabaja fuera de su hogar para obtener sus ingresos –una concepción eminentemente urbana formal– y que el agua en la vivienda se usa solamente en actividades domésticas como cocinar y limpieza corporal y del hogar. La fragmentación de la realidad –iniciada con la fragmentación de la ciencia– llevó institucionalmente a

---

sectorizar el manejo del agua, con el agravante de la incomunicación entre sectores. De esta forma, un sector asumió el manejo del agua para el hogar y otro sector lo asumió para las actividades productivas. En Colombia, el ente rector del agua para el hogar es el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, específicamente el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento, mientras que las actividades productivas en el sector rural están a cargo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. La agricultura es un gran demandante de agua (alrededor del 60% en Colombia) mientras que la población demanda mucho menos (alrededor del 12%),

El sector de agua potable y saneamiento considera improcedente la inclusión de actividades productivas de pequeña escala en la dotación de diseño de los acueductos pues “generarán altos costos y un desperdicio de agua” –los ingenieros de este sector no relacionan el uso del agua con la producción de los alimentos y la seguridad alimentaria de la población rural pobre–. Sin embargo, diversos estudios en el mundo señalan la importancia de incluir una dotación extra para las pequeñas actividades productivas de los pobres, actividades que no tienen un ánimo de lucro sino de supervivencia. En Colombia, las actividades agropecuarias, industriales y comerciales de mayor escala sí son autorizadas para ser incluidas en los acueductos (Norma Técnica RAS2000).

Este documento presenta los resultados obtenidos en Colombia del proyecto internacional *Usos múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza* ([www.musproject.net](http://www.musproject.net)), coordinado por IWMI, con la participación de IRC y numerosos socios en diversos países, entre ellos Colombia y Bolivia, financiado por el CGIAR Challenge Programme on Water and Food y el proyecto *Desarrollo de un modelo en GIRH que incorpore género y pobreza en el marco del desarrollo sostenible* financiado por COLCIENCIAS y ejecutado por Universidad del Valle, UTP y CIAT. Adicionalmente, presenta los resultados de investigaciones anteriores a los mencionados proyectos en relación con el tema de Usos múltiples del agua, adelantadas por el Grupo de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la Universidad del Valle.

Inicialmente, se presenta la situación de las personas que viven en las zonas rurales con respecto a sus servicios de abastecimiento de agua: la pobreza de las zonas rurales, los servicios de agua y la problemática que estos servicios tienen bajo la normatividad existente en Colombia. A continuación, se presenta el marco conceptual bajo el cual se trabajó la investigación en Colombia y los casos de estudio. Luego, se proponen las intervenciones tanto en aspectos técnicos como en aspectos administrativos y dos ejemplos de implementación de sistemas de uso múltiple, como una estrategia para la reducción de la pobreza, la desigualdad y la discriminación que actualmente sufren las poblaciones rurales en Colombia. Finalmente se presentan recomendaciones sobre el tema.

## BIBLIOGRAFÍA

- COLCIENCIAS, Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (2008). *Colombia construye y siembra futuro. Política nacional de fomento a la investigación y la innovación*. Colombia
- MÉNDEZ J. (2009). *Marco institucional para la gestión del agua en Colombia*. Documento de trabajo. Proyecto Gestión Integrada de Recursos Hídricos. UniValle, UTP, CIAT. Colombia
- MERPD, Misión para el diseño de una estrategia para la reducción de la pobreza y la desigualdad (2006). *Pobreza y desigualdad en Colombia: Diagnóstico y estrategias*. Resumen. Departamento Nacional de Planeación. Colombia.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**



### LA POBREZA Y EL HAMBRE EN COLOMBIA

*Inés Restrepo Tarquino<sup>1</sup>*

Según la Misión contra la pobreza y la desigualdad -MERPD (2006), en Colombia en el año 2005 existían 20,3 millones de personas pobres (49,2%) y de ellas, aproximadamente 7,1 millones (14,7%) se encontraban en situación de pobreza extrema. El 68,2% de la población rural era pobre<sup>2</sup> frente al 42,3% en las zonas urbanas. La pobreza extrema es del 10% en las zonas urbanas y del 28% en las rurales<sup>3</sup> (CONPES, 2006). Según la MERPD (2006), mientras en Bogotá el 7% de la población se encuentra en la miseria, en el Departamento de Boyacá esta cifra alcanza el 42%. Los ingresos mensuales por persona en los hogares en pobreza extrema eran de \$51.000 mensuales (US\$25), por debajo de los \$91.000 mensuales (US\$45) que en el país definen la línea de indigencia y muy por debajo del salario mínimo legal que era de \$ 408.000 mensuales (US\$163,2).

Estos indicadores cambiaron para los últimos tres años. Según la Misión para el Empalme de las Series de empleo, pobreza y desigualdad -MESEP,

---

<sup>1</sup> Ingeniera Sanitaria, MSc, PhD, Grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

<sup>2</sup> Si se incluyen los demás bienes de la canasta normativa la línea de pobreza para las zonas rurales estaría delimitada por ingresos iguales o inferiores a \$842.000 (US\$382,7). [www.ens.org.co](http://www.ens.org.co).

<sup>3</sup> En Colombia los indigentes en las zonas rurales son aquellos cuyos ingresos familiares destinados a los alimentos no superan los \$322.000 (US\$146,4) mensuales.

[www.dnp.gov.co/archivos/documentos/MP\\_En\\_Que\\_Vamos/Cuanto\\_son\\_los%20pobres\\_\(DEF2\).pdf](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/MP_En_Que_Vamos/Cuanto_son_los%20pobres_(DEF2).pdf) y [http://www.desdeabajo.info/mostrar\\_articulo.php?tipo=edicion&id=905](http://www.desdeabajo.info/mostrar_articulo.php?tipo=edicion&id=905)

---

constituida entre en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE– y el Departamento Nacional de Planeación –DNP–, las cifras actualizadas al 2008 indican que la pobreza en el país alcanza el 46% (20 millones de personas), de los cuales 17,8% (8 millones) están en la indigencia. Estas cifras, aunque en valores absolutos muestran una reducción de la pobreza también reflejan un notable incremento de la indigencia en el país<sup>4</sup>. Para la más reciente medición se estimó que son pobres aquellas familias de 4 personas que no obtengan ingresos superiores a 1.086.000 (US\$434,4) pesos mensuales, mientras que son indigentes las familias (cuatro personas) cuyos ingresos sean inferiores a 468.000 (US\$187,2) pesos mensuales. El salario mínimo para el 2008 fue de 461.500 (US\$184,6) pesos.

En Colombia, la zona rural presenta problemas de violencia, conflicto armado, desplazamiento, productividad baja, precarias condiciones de prestación de servicios de salud y educación, precarias condiciones de trabajo y baja cobertura de seguridad social, entre otros factores, pero las políticas públicas en general no se han orientado a la población campesina pobre, ni al fomento de las actividades del campo. Muestra de ello, es la decreciente evolución de la participación del sector agropecuario en el PIB nacional, que pasó del 17% en los noventas al 13% en 2005 (MERPD, 2006). En materia de salud, la Costa Pacífica tiene cifras mucho más altas de mortalidad materna e infantil que el promedio nacional. Por otra parte, la desigualdad es notoria en Colombia, los ingresos familiares totales del 20% de la población más rica son del 62%, mientras que en el 50% más pobre, son apenas del 14%. Colombia es uno de los países con mayor desigualdad en el mundo, con un GINI de 0,59. Se predice que si todo sigue igual, la desigualdad será aún mayor en el futuro. Por otra parte, según el gobierno nacional, la violencia aporta al menos 1,6 millones de personas desplazadas del campo, una de las cifras más altas de desplazados en el mundo. A toda esta problemática se agrega la corrupción, que se constituye en un desangre de recursos en todos los programas gubernamentales.

Un número grande de programas se ha orientado a la población rural más pobre, varios de ellos recomendados en la Estrategia para la reducción de la pobreza y la desigualdad, lanzada en octubre de 2006. Por ejemplo, la Red de seguridad alimentaria incluye un poco más de 1,9 millones de campesinos.

---

<sup>4</sup> Es importante recalcar que las cifras en términos porcentuales no deberían ser comparables debido al cambio de metodología utilizado para medir la pobreza en Colombia desde el 2007.

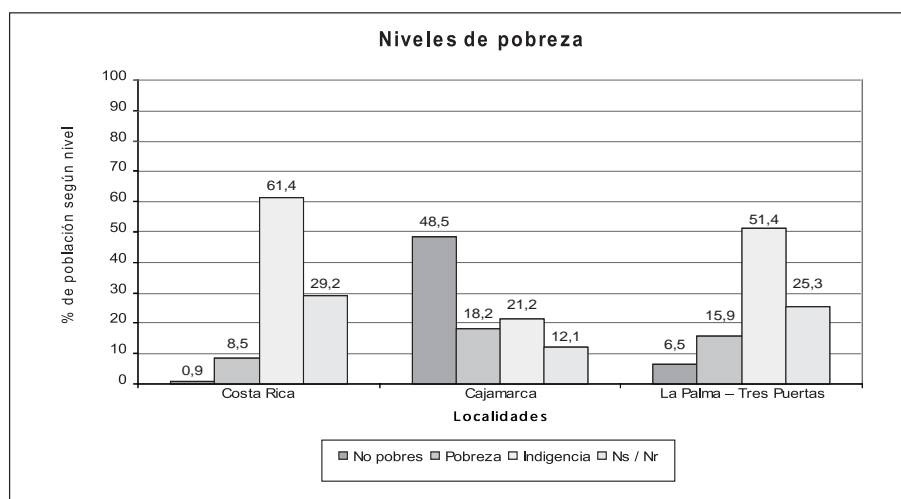
---

En 2006 se creó la Red de protección social contra la extrema pobreza, que espera atender 1,5 millones de familias en situación de extrema pobreza, cada una por cinco años, entre 2007 y 2010 (44% en zonas rurales), con especial diferenciación a las familias desplazadas por la violencia. La población objeto inicial serán las más de 650 mil familias del programa Familias en Acción (CONPES, 2006). Desafortunadamente, las propuestas para reducción de la pobreza rural desconocen el papel del acceso al agua en la generación de actividades productivas de pequeña escala, que normalmente son manejadas por las mujeres como una posibilidad de diversificación de los ingresos alternos. El cuadro 1.1 y el cuadro 1.2 presentan situaciones de zonas rurales estudiadas sobre Usos múltiples del agua como una estrategia para reducción de la pobreza.

A pesar de disponer de los recursos para la producción de alimentos –tierra fértil y agua–, en Colombia, según Villamil (2006) alrededor de 3,5 millones de personas no ingerían las tres comidas diarias uno o más días de la semana por carecer de recursos. Alrededor de 900.000 de ellos solo ingerían una comida al día. El consumo calórico ha mejorado desde 1965, para 2001 era de 2.775 kc/persona día, alcanzando el promedio mundial. Sin embargo, el 13% de la población colombiana está desnutrida (5,2 millones de personas), indicador mayor que el promedio para Latinoamérica (10%). Las mayores disparidades están en departamentos como Cauca y Nariño, con niveles de desnutrición del 25% y Tolima, Huila, Caquetá, Bolívar, Córdoba y Sucre con 19%. El 13% de los niños menores de 5 años tiene desnutrición crónica, dos puntos porcentuales menos que en 1995, pero en las zonas rurales es del 19%, cifra que se ha mantenido constante desde 1995. Se presentan cinco muertes por cada 100.000 habitantes por desnutrición, principalmente menores de cinco años y adultos mayores de setenta años (más de 2.000 muertes por año). Se anota que la población de adultos mayores crece al 3,5%, un ritmo mayor que el crecimiento promedio nacional (1,6%). La mortalidad disminuyó hasta 1997, año desde el que tiene un crecimiento constante. La anemia nutricional en mujeres en edad fértil es del 23% mientras que en las embarazadas es del 45%, que se refleja en el bajo peso de los recién nacidos. El 14% de los menores de edad tiene deficiencias en vitamina A, que provoca baja visión y propensión a morir por diarrea, la situación es peor en la Costa Pacífica (20%). Un grupo especialmente vulnerable es la población indígena, 82 grupos con un total de 700 mil personas.

### Cuadro 1.1 Acceso al agua vs. pobreza

El proyecto MUS estudió a profundidad diversas localidades del Departamento del Valle del Cauca (Colombia). La Palma-Tres Puertas (Restrepo), Costa Rica (Ginebra) y Cajamarca (Roldanillo) fueron algunas de ellas. En La Palma-Tres Puertas, el agua se suministra cuatro veces por semana, de forma sectorizada. El 91% de las familias tiene actividades productivas de pequeña escala y, aunque el reglamento lo prohíbe, el acueducto es prácticamente la única fuente de agua disponible para su desarrollo. Costa Rica es una cabecera de corregimiento de urbanización nucleada con servicio de acueducto durante 24 horas. En esta localidad las mujeres tienen cerdos y gallinas en la vivienda; igualmente, aunque el reglamento lo prohíbe, el acueducto es la única fuente de agua disponible. Cajamarca dispone de un acueducto y un minidistrito de riego. En estas tres localidades, el acceso al agua tiene una relación directa con la pobreza como se observa en la figura 1.1. Cajamarca, con acueducto y sistema de riego disponibles, tiene una menor proporción de personas en condiciones de pobreza e indigencia.



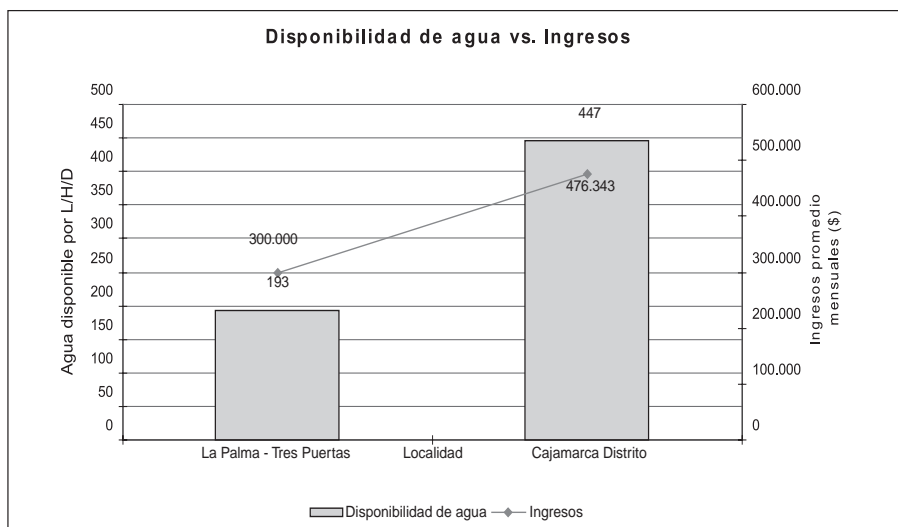
*Figura 1.1 Pobreza en tres localidades rurales estudiadas en el proyecto de uso múltiple.*

Solo el 4% del suelo colombiano tiene explotación agropecuaria. Las pequeñas unidades agrícolas –menores que dos unidades agrícolas familiares (UAF)–, principales productoras de alimentos en Colombia, eran el 91% de la superficie en 1997 y se encuentran ubicadas en las laderas cordilleranas. Las tierras más fértiles en los valles aluviales están dedicadas a grandes cultivos comerciales destinados principalmente a exportación.

Por otra parte, la violencia en el campo ha provocado el abandono de un millón de hectáreas y la tierra arrebatada a los campesinos se ha destinado a otros fines distintos a la producción agropecuaria. Como consecuencia, la importación de alimentos se duplicó en la década de los 90s, especialmente cereales y carne. Colombia es autosuficiente en algunos productos como leche, huevos y tubérculos y la mitad de las frutas se destinan a la exportación. Actualmente, la caña de azúcar se aprovecha en alta medida para producción de biocombustibles, actividad a la que le ha apostado el gobierno colombiano. Con este mismo fin se está sembrando palma africana en ecosistemas frágiles, en la mayoría de los cuales no ha prosperado. Esto se refleja en los indicadores de pobreza e indigencia, ya que el ejercicio realizado por la MESEP muestra que los alimentos representan mayor inflación (1,6pp adicionales) que el resto de los artículos incluidos en la medición de la inflación. Al calcular los indicadores de indigencia suponiendo una inflación de los alimentos igual al del resto de los productos se reduciría de 17,8 % a 16,2%.

*Cuadro 1.2 Ingresos vs. acceso al agua*

*Cajamarca tiene una disponibilidad de agua de 447 l/habitante día mientras que La Palma Tres-Puertas tiene una disponibilidad de 193 l/habitante día. La figura 1.2 muestra la disponibilidad de agua y el ingreso mensual familiar en ambas localidades. La población de Cajamarca tiene diversificadas sus actividades productivas agropecuarias, principalmente por la disponibilidad de agua.*



*Figura 1.2 Ingresos familiares vs. acceso al agua.*

---

Las causas de la inseguridad alimenticia y nutricional son estructurales: corrupción, conflicto interno, pobreza extrema, desproporcionada concentración del ingreso (el quintil más rico recibe 26 veces el ingreso del quintil más pobre) y baja capacidad para la producción y compra de alimentos. En Colombia no hay una instancia encargada de la seguridad alimentaria y nutricional de la población, lo que dificulta la realización de acciones coordinadas para mejorar la situación. En toda la multitud de programas orientados a la reducción de la pobreza, la desigualdad y el hambre, el acceso al agua para la producción de los alimentos básicos no es siquiera mencionado. Este acceso es fundamental para mejorar la nutrición de la población campesina, que no se ha modificado desde 1995.

## BIBLIOGRAFÍA

- CONPES, Consejo Nacional de Política Económica y Social (2006).  
CONPES Social 102. Red de protección social contra la extrema  
pobreza. Departamento Nacional de Planeación. Colombia
- MERPD, Misión para la reducción de la pobreza y la desigualdad (2006).  
*Pobreza y desigualdad en Colombia: Diagnóstico y estrategias.*  
Resumen. Departamento Nacional de Planeación. Colombia
- Villamarín O (2006). Estrategia nacional para mejorar la seguridad  
alimentaria y nutricional en Colombia. En: *Políticas de seguridad  
alimentaria en los países de la Comunidad Andina.*

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**



### SERVICIOS DE AGUA EN LAS ZONAS RURALES

*Inés Restrepo Tarquino<sup>5</sup>*

Colombia es considerado un país rico en recursos hídricos. La oferta de agua actualmente se encuentra en alrededor de 58.000 m<sup>3</sup>/persona año, sin embargo, el agua tiene una variabilidad espacial y temporal que hace que no esté disponible en varias regiones en la cantidad suficiente para cubrir las demandas humanas. La demanda para usos consuntivos se estima en 60% del sector agropecuario, 12% del sector industrial y 12% del sector doméstico. Adicionalmente, la demanda para usos no consuntivos comprende la generación de electricidad, la recreación y el transporte, entre otros usos.

El país tiene 42 millones de habitantes, de los cuales el 80% se concentra en la Región Andina y la Costa Atlántica, mientras que el 80% de la oferta hídrica se encuentra en las otras tres regiones del país: la Costa Pacífica, la Amazonía y los Llanos Orientales. Una tercera parte de la población colombiana vive en ciudades de más de un millón de habitantes, una tercera parte en zonas urbanas intermedias y el resto en localidades (urbanas y rurales) menores de 12.000 habitantes. Administrativamente se define como rural el área municipal por fuera del perímetro urbano, que delimita el Concejo municipal. Por otra parte, alrededor del 30% de la población de las grandes ciudades se encuentra localizada en zonas informales.

La población de las zonas rurales emplea el agua en dos actividades principales, actividades agropecuarias y uso doméstico. En menor proporción se requiere para microempresas familiares en actividades como tiendas, peluquerías o producción de alimentos preparados, entre otras.

---

<sup>5</sup> Ingeniera Sanitaria, MSc, PhD, Grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

---

Las actividades agrícolas de mayor escala por lo general cuentan con servicios de irrigación mientras que las actividades de pequeña escala emplean el agua de los acueductos. Los acueductos rurales, construidos inicialmente por la propia comunidad, suministraban agua para todas las necesidades de la familia rural. Algunos gremios, como el cafetero –en el que un 95% de predios son minifundios–, se preocuparon desde hace muchos años por mejorar el acceso al agua de la población campesina para lo cual construyeron sistemas de acueducto multipropósito, tanto para las necesidades de producción como para el uso doméstico. Esta situación fue desautorizada cuando se iniciaron los procesos de regulación de los servicios domiciliarios, que no consideraron la realidad de las zonas rurales.

En Colombia, la prestación de los servicios públicos domiciliarios es de carácter sectorial. En relación con el agua, dos son los sectores involucrados: el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el caso de los servicios de irrigación y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento) para los servicios de acueducto y alcantarillado. En el caso de los acueductos, el servicio es regulado por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento (CRA) y vigilado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). El Ministerio de Protección Social y Trabajo reglamenta la calidad del agua en los acueductos. Por otra parte, la Ley 142 de 1994 normatiza la prestación de servicios públicos domiciliarios en Colombia.

Para ambos tipos de servicio, la concesión de agua es otorgada por las autoridades ambientales regionales (CARs) a nivel de cada Departamento y normalmente tiene dos modalidades: uso doméstico y uso productivo. En el Departamento del Valle del Cauca, la CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –autoridad ambiental departamental– otorga concesión para acueductos únicamente para uso doméstico. El otorgamiento de la concesión para un uso único limita muchas veces el uso como lo muestra el cuadro 2.1.

*Cuadro 2.1 Limitaciones con concesiones de agua para uso doméstico solamente*

*Creo que el agua no debe utilizarse para riego, la concesión que tenemos de la CVC es sólo para consumo humano. (Presidente de una Junta de acueducto rural).*

---

Para zonas rurales dispersas es frecuente que los servicios de agua y saneamiento sean individuales, a cargo de la propia familia (fotografía 2.1).



*Fotografía 2.1 Conexiones individuales en la zona rural.*

La regulación colombiana actual determina que los acueductos son solamente para el abastecimiento doméstico a nivel de vivienda aunque acepta que un acueducto suministre agua para cualquier actividad de tipo comercial de gran escala, estableciendo simplemente el pago de una tarifa diferencial. Las actividades que realizan las familias rurales para la producción de sus alimentos o para la obtención de pequeños ingresos que les permitan sobrevivir tienen prohibido el uso del agua del acueducto. La propuesta actual es que toda actividad diferente a la doméstica que use agua sea considerada como actividad comercial –independientemente de su tamaño– y pague entonces la tarifa comercial. Esta propuesta afectaría a millones de personas pobres tanto de zonas urbanas como rurales que desarrollan actividades de sobrevivencia en su vivienda o predio.

---

El censo nacional de 2005 mostró que el 60% de las viviendas urbanas y el 73% de las rurales desarrollan este tipo de actividades, que les permiten a las familias pobres cubrir sus necesidades en medio de la permanente crisis económica.

En Colombia, el suministro de agua a las viviendas se brinda principalmente mediante acueductos, ya sea sistemas a nivel comunitario o sistemas regionales que suplen a varias comunidades, sin importar si son comunidades nucleadas o dispersas. Si se considera únicamente la cobertura de acueducto –sin tener en cuenta la calidad del servicio–, en 2003, el 86,77% de la población estaba cubierta, 97,59% en la zona urbana y 53,51% en la rural (Ramírez, 2007). La región que muestra la menor cobertura es la Atlántica y la que presenta un cubrimiento más alto es el Valle del Cauca. Para el servicio de acueducto no se observa una diferencia apreciable entre la población pobre y la no pobre, como tampoco se observa en el servicio de electricidad. En el caso del alcantarillado, la cobertura en las zonas urbanas es del 90,5% mientras que en las zonas rurales es del 15,4%. Adicionalmente, en este servicio se aprecian grandes diferencias entre la población pobre y la no pobre, principalmente porque el servicio de alcantarillado es mucho más costoso, dado que principalmente se emplea tecnología convencional. Para la zona rural, este servicio domiciliario es viable únicamente en poblaciones nucleadas. El Departamento del Atlántico prácticamente no tiene servicio de alcantarillado en sus localidades rurales mientras que el Departamento del Valle del Cauca tiene un tercio de las viviendas rurales con conexión al alcantarillado. El servicio de aseo tiene una situación similar a la del servicio de alcantarillado (Ramírez, 2007).

Las zonas urbanas cuentan con acueducto y alcantarillado y los asentamientos rurales concentrados más grandes cuentan con acueducto y algunas veces con alcantarillado. La tendencia tecnológica es la instalación de acueducto y alcantarillados convencionales –considerados la tecnología ideal– donde técnicamente es posible. Mucha de la población rural dispersa tiene sistemas individuales abastecidos desde diversas fuentes: en la Costa del Pacífico se emplea el agua lluvia –es una de las regiones más lluviosas del planeta, con 8.000 mm anuales en promedio–, en la zona andina se usan nacimientos y acueductos a gravedad para consumo humano y quebradas y ríos para otros usos como el agropecuario, mientras que en los valles de los ríos Cauca y Magdalena y la costa atlántica se usa el agua subterránea. En general, la tradición es cuidar y conservar los nacimientos y usar el agua lluvia hasta que se construye un acueducto comunitario. Una vez empieza a funcionar el acueducto, los nacimientos y pequeñas quebradas se descuidan hasta que desaparecen o quedan tan contaminados que no es posible usarlos.

---

Para las zonas rurales se construyen sistemas de irrigación para grandes regantes y minidistritos de riego. Sin embargo, lo corriente es que la familia rural pobre que produce alimentos utilice el agua del acueducto, la única que tiene disponible. Aunque la disponibilidad de tierra para actividades agropecuarias es de 33 millones de ha., solamente 6,6 millones se considera adecuada para agricultura mecanizada y sistemas de irrigación. Actualmente, 750 mil ha. tiene infraestructura de irrigación y drenaje. De éstas, 265 mil están cubiertas por 24 sistemas de riego de gran escala implementados por el sector público. El resto son sistemas privados. Hay más de 1.200 pequeños sistemas que fueron construidos por el gobierno a través del programa de pequeños sistemas de irrigación que abarcó más de 86 mil ha. y 55 mil familias, pero sólo el 11% del área que el programa proponía cubrir (Urrutia, 2006). El tamaño promedio de estos sistemas es de 70 ha. El 79% de los predios tienen un área menor que 10 ha y cubren el 22% del área de los distritos de riego, por otra parte, el 3% de los predios tienen un área mayor que 50 ha. y cubren el 39% de las áreas de los distritos (INAT, 1996, citado por Urrutia, 2006)

Cuando la disponibilidad de agua en el predio es escasa, el acceso al agua –ya sea mediante el acueducto o el sistema de riego– le brinda la oportunidad a las familias rurales de mejorar su productividad y diversificar sus actividades. Según Ramírez (2007), los hogares rurales ahorran cerca de seis horas persona por semana cuando tienen acceso al agua entubada y al gas propano líquido para cocinar, en comparación con los hogares que deben salir a buscar agua y recolectar leña. Además, señala que las microempresas que cuentan con agua y electricidad son dos veces más rentables que aquellas que no tienen esos servicios, y anota que el efecto positivo de la telefonía móvil en la rentabilidad de una microempresa es todavía más alto. El acceso al agua, además de los efectos positivos sobre la salud humana, contribuye a mejorar la situación general de la familia rural.

## **ACUEDUCTOS RURALES**

La política nacional para la zona rural ha estado concentrada principalmente en la dotación de agua para la vivienda, por lo que los esquemas de acueductos rurales se preocupan básicamente por la cantidad de agua. Bajo el gobierno del presidente Uribe, los sistemas rurales fueron excluidos de la posibilidad de mejoramiento, pues no fueron incluidos en los Planes departamentales de agua que está exigiendo el gobierno a los Departamentos, con excepción de unos pocos que impusieron su inclusión en sus Planes. A esos Planes se destinarán todos los recursos para el sector de agua y saneamiento que tiene el país.

---

La tecnología usada en Colombia es principalmente acueductos a gravedad para las zonas de ladera y acueductos por bombeo para sistemas de zonas planas. Los acueductos a gravedad constan de una fuente de agua –generalmente una quebrada–, una bocatoma de fondo, una tubería que conduce el agua a un desarenador, una tubería que la conduce luego a un tanque de almacenamiento del cual parte la red de distribución que termina en conexiones domiciliarias, por lo general a una llave en el patio. El sistema puede o no tener una planta de potabilización; usualmente para la zona rural se diseña sin planta de tratamiento y con el tiempo se construye una planta de potabilización si las comunidades logran la asignación de recursos. Sin embargo, estas plantas tienen dificultades para su sostenibilidad y en realidad, la potabilización efectiva es mínima en localidades menores de 12.500 habitantes. Excepcionalmente se tienen sistemas de desinfección con cloro.

Por lo general, la vivienda rural tiene un máximo de tres puntos de agua: la unidad sanitaria (inodoro, ducha y lavamanos), el lavaplatos y el lavadero. Es frecuente en la zona rural que exista solamente el inodoro, la ducha y el lavadero que hace las veces también de lavaplatos y lavamanos. En los sistemas por bombeo, la fuente es generalmente un pozo perforado, desde donde se bombea el agua a un tanque de almacenamiento elevado para luego ser distribuida por gravedad. La mayor parte de los problemas de abastecimiento de agua no tienen su origen en la poca disponibilidad de agua sino más bien en el manejo de los sistemas de abastecimiento y durante época lluviosa, en la calidad, afectada por vertimientos de todo tipo y la deforestación de las microcuencas abastecedoras. En Colombia se prioriza la gestión de la oferta sobre la gestión de la demanda, a pesar de que desde 1997 se expidió la Ley 373 que buscaba implementar medidas para el uso más eficiente del agua. Esta Ley debe ser cumplida por los entes prestadores del servicio de abastecimiento de agua y la vigilancia en su cumplimiento está a cargo de las autoridades ambientales. Sin embargo, muy poco de lo ordenado en esta Ley ha logrado operativizarse.

En Colombia se considera que no hay suministro adecuado de agua si la familia se suple de forma individual sin importar la fuente de agua. Por esto, el suministro desde manantiales o agua lluvia no se fomenta, incluso, la norma técnica colombiana (RAS2000) considera como fuentes excepcionales el agua lluvia y el agua de mar (B.3.1), que se pueden utilizar solamente si no hay ninguna otra fuente disponible (B.4.4.18) y prioriza el uso del agua subterránea sobre el agua de fuentes superficiales, indicando que estas últimas se pueden usar si el agua subterránea no es suficiente o es de calidad inadecuada (B.4.2.1.1). En la zona andina, donde se concentra alrededor del 70% de la población colombiana no es corriente el uso del agua lluvia, la población que la usa se considera *atrasada* y es población



---

objeto para los programas de construcción de acueductos. El diseño de acueductos tiene que seguir la norma técnica colombiana RAS2000. Esta norma señala los siguientes tipos de demanda de agua (B.2.3.):

- Uso residencial, que debe incluir riego de jardines,
- Uso comercial, que incluye el uso en oficinas,
- Uso industrial, que debe estudiar detalladamente los grandes consumidores,
- Uso rural, para población rural, que parece que no está incluida en lo que se denominó *uso residencial*,
- Uso para fines públicos, referido al aseo y riego de jardines y parque públicos,
- Uso escolar, y
- Uso institucional, referido a hospitales, cárceles, hoteles, etc.

El RAS2000 (A.3.) especifica que el nivel de complejidad no depende del tipo de sistema sino del tamaño de la población o de la capacidad económica de los usuarios, considerándose de complejidad alta un sistema que abastecerá a más de 60.000 usuarios o que surtirá a población de capacidad económica alta. Los acueductos de baja complejidad pueden ser diseñados por profesionales con una experiencia mínima de un año (excepto el diseño geotécnico que debe contar con un profesional con al menos dos años de experiencia), mientras que el director de construcción debe tener entre dos o tres años de experiencia mínima. Cualquier cambio en el nivel de complejidad debe ser aprobado por la Comisión de regulación de agua potable y saneamiento (CRA).

La dotación para la población está determinada por el nivel de complejidad y no por las necesidades de agua de la población (A.11.). Aunque las actividades económicas se deben identificar (A.7.1.6), no se emplean para determinar las necesidades de agua de la población. Son principalmente utilizadas para determinar la capacidad de pago de los usuarios. Para niveles de complejidad bajo (poblaciones hasta 2.500 habitantes) señala que la dotación debe estar entre 90-100 lpd, menor en clima frío, mayor en clima cálido. Por alguna extraña razón, el RAS2000 considera que las poblaciones urbanas mayores, en las cuales el ingreso familiar se genera fuera de la vivienda, utilizan más cantidad de agua que las poblaciones rurales en las que buena parte del ingreso familiar se genera en el propio predio, con el agua como base de esa generación de ingreso o de la seguridad alimentaria proporcionada por la producción de alimentos de autoconsumo. Para poblaciones mayores de 12.500 habitantes la dotación puede variar entre 125 y 150 lpd, menor en clima frío y mayor en clima cálido y se puede ajustar para considerar el gasto por lavadoras y lavado de vehículos en la vivienda (B.2.4.4.1.). El RAS establece que el acueducto debe suministrar agua a los grandes consumidores (B.2.7.6.).

Igualmente, establece también la obligatoriedad de instalar micromedidores en todos los acueductos, independientemente de la capacidad local para sostenerlos.

Los acueductos rurales tienen por lo general una organización de base comunitaria a cargo de la administración, operación y mantenimiento. Tienen que cumplir la Ley 142/94 para lo cual deben estar registrados legalmente como ESP (Empresa prestadora de servicios) y ante la SSPD. Existen diversas formas jurídicas para este tipo de empresas, siendo la más corriente la Asociación de usuarios. Existe un esquema tarifario definido por la CRA, pero los acueductos rurales raramente lo cumplen. Por lo general, la Asamblea de usuarios determina, mediante votación, las tarifas. En las localidades donde no hay tarifa, los usuarios establecen mecanismos para cubrir la administración, operación y mantenimiento. En las zonas rurales, la morosidad y las pérdidas de agua suelen ser altas (cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Morosidad y tarifas en algunos acueductos rurales

En el estudio de sistemas rurales en el marco del proyecto MUS se observó que las administraciones mejor organizadas en torno a los sistemas de abastecimiento suelen tener tarifas más altas y morosidad baja (figura 2.1). En algunas de las localidades estudiadas el recaudo de la tarifa se hace según la periodicidad con la cual los habitantes reciben los ingresos. Hay localidades en las que el cobro es bimestral o trimestral porque los ingresos de los pobladores son recibidos de esta misma forma.

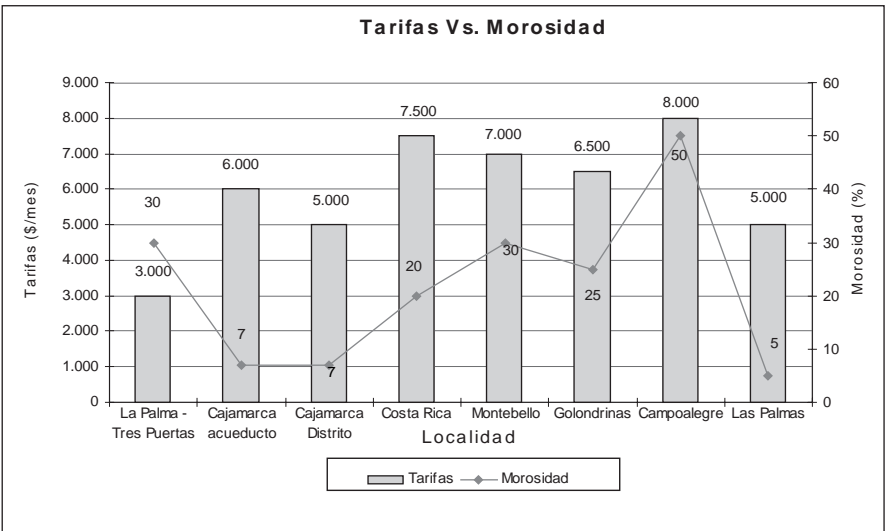


Figura 2.1 Tarifas vs. morosidad en sistemas rurales de abastecimiento de agua.



---

Adicionalmente tienen un reglamento que generalmente contempla la prohibición expresada por la normatividad para el uso del agua en la vivienda para actividades diferentes a las domésticas (consumo directo, cocina y aseo). Sin embargo, en la práctica, la familia usa el agua del acueducto para cubrir todas sus necesidades, pues es generalmente la única fuente de agua disponible. Esta situación crea conflictos entre usuarios y entre ellos y la organización administradora del servicio porque las familias de la zona rural tienen actividades como la cría de gallinas y cerdos, huertas y pequeños cultivos. La propuesta es entonces desarrollar sistemas de uso múltiple del agua, donde se reconozcan las necesidades de las familias rurales, sobre todo las más pobres, y se visibilicen las actividades de la mujer para ayudar al sostenimiento de la familia y sobre todo a la seguridad alimentaria, que se reflejará en una mejor nutrición de los niños.

En Colombia, la formación profesional sectorial lleva a diseños de sistemas de agua para un único uso, la regulación –desarrollada para zonas urbanas formales o para los grandes sistemas de irrigación– desconoce la complejidad de la vida rural. En el caso del agua para consumo humano y doméstico, la normatividad técnica limita la innovación y obliga a la implementación de tecnologías que no responden a las necesidades de las familias rurales.

El cuadro 2.3 presenta testimonios de la problemática que se origina cuando los acueductos rurales no permiten el acceso al agua para las actividades de pequeña escala que realizan las familias rurales, especialmente las mujeres, en sus predios. Esta es una problemática artificialmente construida por la normatividad y regulación que se realiza para los centros urbanos mayores, basada en las formas de vida de la ciudad formal y que luego, de manera indiscriminada y sin ningún tipo de criterio se aplica en la zona rural. Desafortunadamente, la normatividad en el Sector de agua y saneamiento no respeta que la Constitución Nacional en su Artículo 7 señala que *El Estado reconoce y protege la diversidad étnica y cultural de la Nación colombiana* cuando aplica normas de forma homogénea para todo el territorio nacional, sin adecuarlas a los distintos contextos del país.

#### *Cuadro 2.3 Prohibiciones de uso del agua*

*En esta zona hay un sector con pequeños cultivos; cerdos o pollos, pero estamos prohibiendo este tipo de actividades, porque no se puede ... cuando terminemos la construcción de la planta de potabilización solo se podrá tener usos domésticos (administrador de un acueducto rural).*

*En este sitio no se pueden tener galpones o marraneras, a estos usuarios les caemos con la CVC o con Salud Pública. El uso de surtidores también está prohibido. Sólo puede hacerse entre las 7 y las 9 de la noche, si pillamos alguno en otra hora se le corta el servicio a todo el sector (fontanero).*

---

Por otra parte, en su Artículo 65, la Constitución indica que

La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras. De igual manera, el Estado promoverá la investigación y la transferencia de tecnología para la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con el propósito de incrementar la productividad.

Sin embargo, la infraestructura rural de suministro de agua para las viviendas no contempla que en las zonas rurales se producen alimentos en prácticamente cada predio y que el agua es uno de los ejes fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria de las familias rurales.

La Constitución también señala que

Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación por razones de sexo, raza, origen nacional o familiar, lengua, religión, opinión política o filosófica. El Estado promoverá las condiciones para que la igualdad sea real y efectiva y adoptará las medidas a favor de grupos discriminados o marginados. El Estado protegerá especialmente a aquellas personas que por su condición económica, física o mental, se encuentren en circunstancia de debilidad manifiesta y sancionará los abusos o maltratos que contra ellas se cometan.

Contrario a esto y en un ejemplo de arbitrariedad, la normatividad técnica RAS2000 discrimina a los habitantes rurales, no tiene en cuenta la protección especial que se concede a la producción de alimentos, ni protege a la población más marginada y económicamente más frágil del país al discriminar la dotación de agua que puede tener una familia (Resolución 2320 de noviembre de 2009) (cuadro 2.4).

Aunque el RAS clasifica los acueductos rurales como de *baja complejidad*, a menos que suministren agua a personas con alta capacidad económica, en la realidad, los acueductos rurales son complejos pues se tienen topografías difíciles y fuentes de agua con microcuencas intervenidas, comunidades con bajas capacidades administrativas y baja capacidad económica. Es un desafío para la ingeniería lograr que este tipo de sistemas sea sostenible. Sin embargo, los ingenieros sin mayor experiencia sobre este tipo de localidades tienden a aplicar soluciones lineales, sin tecnología apropiada, utilizando los mismos criterios que seguirían en una zona urbana formal. Usualmente, se obvian estudios básicos, como los estudios de suelos; el RAS indica que es suficiente con un concepto de un profesional de esa área de conocimiento. Además, se aplican estructuras estándares definidas por las distintas instituciones para bocatomas, desarenadores, tanques de almacenamiento, entre otras.

---

## Cuadro 2.4 Experiencia con una comunidad rural

*En el año 2003 fui invitada a apoyar el diseño de un sistema de abastecimiento para uso doméstico en dos comunidades rurales de etnia indígena, con cerca de 100 familias cada una. Las comunidades tenían un sistema artesanal de suministro de agua, en mal estado. El servicio se prestaba por solo dos horas diarias y las familias almacenaban agua en tanques de cemento o plástico. El agua era usada para consumo humano, doméstico y riego de pequeños cultivos.*

*Se presentó un problema durante el diseño: la comunidad quería tener agua para sus cultivos como lo expresó uno de sus líderes: “.. nosotros sabemos que para la gente de la ciudad es importante tener agua para bañarse, para cocinar porque tienen dinero para comprar las cosas en un supermercado. Nosotros no tenemos plata. Incluso no tenemos tiendas. Tenemos solamente nuestras manos para trabajar y dependemos de nuestras manos para obtener los alimentos que consumimos. Si tenemos alimentos podemos sobrevivir. El agua es importante y la deseamos para nuestras plantas. En esta comunidad nosotros desperdiciamos muy poquita agua porque sabemos que la tenemos que compartir con la tierra...”*

*Los ingenieros con los que trabajo generalmente diseñan los sistemas de abastecimiento solamente para usos domésticos como lo dice la ley. A menudo tienen parámetros de diseño y asunciones que son aplicables a las ciudades y las aplican también en las áreas rurales. En la ciudad, la prioridad puede ser para uso doméstico pero en el campo, y especialmente entre las comunidades indígenas, el uso principal después de tener agua para la cocina es el uso en actividades agropecuarias. Esta prioridad tiene su origen en sus formas de vida, sus costumbres y sus tradiciones.*

*¿Qué pasó entonces en las dos comunidades? Después de muchas discusiones en nuestro equipo técnico y con los usuarios, fue diseñado un sistema que tomaba el agua del río y la dividía en dos tuberías, una para consumo humano con un tratamiento sencillo y otra para irrigación. Se determinaron las tarifas que los usuarios deberían pagar y se organizó la administración, operación y mantenimiento. Se capacitaron las Juntas de agua en ambas comunidades con el fin de manejar el sistema multipropósito y se establecieron reglas que incluían el calendario de irrigación y la reglamentación de los turnos por cada familia. Se capacitó también la comunidad en irrigación y prácticas ambientales asociadas con la agricultura como el compostaje.*

*Fuente: Sandra Patricia Bastidas, Instituto Cinara, Universidad del Valle, Cali. Conferencia electrónica Servicios de agua de uso múltiple como una estrategia para reducir la pobreza (2004).*

---

El apoyo institucional sectorial igualmente es una limitación para el uso múltiple del agua que hace la familia campesina. El sector de la salud, que brinda el apoyo a las comunidades rurales en agua y saneamiento desde hace más de 50 años, considera que los acueductos tienen únicamente el propósito de mejorar la salud de la población y que los usos para la producción de alimentos que hace la familia campesina en el hogar es un *desperdicio de agua*. Los técnicos consideran que los conflictos que genera el agua se resuelven simplemente con tecnología, desconociendo el fuerte componente social relacionado con el manejo del agua (cuadro 2.5).

*Cuadro 2.5 Visión técnica del abastecimiento de agua*

*Nosotros colaboramos en la solución de conflictos entre usuarios, identificamos los problemas y definimos soluciones fundamentalmente técnicas para estos problemas (funcionario de la Secretaría de Salud).*

*Los criterios de diseño que empleamos son los del RAS. Los usos productivos como el riego no se incluyen, eso no es competencia nuestra. Nosotros sólo trabajamos agua potable y saneamiento básico (funcionario de la Secretaría de Salud).*

*La pregunta a Salud Pública es: ¿Qué pasa con nosotros los campesinos, que netamente vivimos de la agricultura? Ellos dicen que no tienen plata para distritos de riego, pero aquí el agua sí se necesita para eso. Cuando llueve no hay problema, pero en tiempo de verano es una necesidad. La agricultura es la forma en que nosotros podemos subsistir, no sabemos hacer nada más... Los funcionarios de las instituciones desconocen que las comunidades viven de la agricultura, que necesitan agua para riego, creen que el campesino tiene la misma forma de vida de la gente de la ciudad y gana un sueldo mensual (usuaria de la vereda El Pinar)*

El problema fundamental, que posiblemente origina toda esta problemática en la zona rural es la falta de conocimiento sobre la familia campesina y sus actividades, la negación de que son familias pobres que no tienen la misma forma de vida y sustento que los pobladores de la ciudad formal. Los estudios sobre usos múltiples del agua en el Instituto Cinara partieron de preguntas básicas: ¿Qué es una familia rural? ¿Qué hace? ¿Cuánta agua usa? ¿De qué calidad la requiere? Roa (2005) define lo que es la familia rural en la microcuenca de Los Sainos, en el Departamento del Valle del Cauca, como se muestra en el cuadro 2.6.

---

### Cuadro 2.6 La familia rural

*Una familia típica campesina son cuatro personas, un perro, 10 gallinas, cinco cerdos y cinco cabezas de ganado con 400 m<sup>2</sup> de cultivo y un jardín alrededor de la casa, gastando 191 l/h d en usos domésticos y productivos, en un fin de semana con riego. El riego se hace cada tres días en temporada seca. Si esta familia tiene café, el consumo se incrementa en 58 l/p d durante dos temporadas al año y si tiene adicionalmente un estanque con peces se incrementa en 420 l/p día más. (Roa, 2005)*

Para esta familia campesina el agua es su vida, la posibilidad de permanecer en su territorio, la única opción de sobrevivir (cuadro 2.7).

### Cuadro 2.7 Importancia del acceso al agua para las familias rurales pobres

*El agua en un filo de estos es oro...  
El agua es de donde uno se levanta el sustento, tocaría hacer otra cosa, sin esa agua tocaría vender todos los lotes...  
Cada pimentón que usted le ve colgando a cada mata es como si le colgara una moneda de quinientos (US\$ 0.2).*

Son muchos los conflictos que genera la falta de reconocimiento a los distintos usos del agua que tiene la familia rural (Moriarty *et al.*, 2004): por un lado, conflictos entre usuarios, entre estos y los administradores de sistemas, con las autoridades ambientales y con las entidades de control de servicios públicos; sistemas insostenibles porque las comunidades no pagan o no pueden pagar las tarifas; hambre y desnutrición; uso inadecuado del agua; racionamientos y extracción de toda el agua de las fuentes superficiales e insatisfacción con el servicio prestado (cuadro 2.8).

### Cuadro 2.8 Conflictos por el uso del agua

*La concesión con que se cuenta es de 3 lps, pero en realidad captamos más agua de la asignada (administrador de acueducto rural).  
Hay unos sectores en los que el agua se debe repartir en la noche, pero el servicio real al usuario llega cada tercer día por dos horas, en verano son estas mismas dos horas pero se reduce la cantidad de agua que llega a las casas (presidente de junta de acueducto).  
Antes solo podíamos tener agua cada 4 días, ellos dijeron que con la inyección, íbamos a tener el agua todo el tiempo, pero no ha sido así. Mejoró un poco, ahora tenemos cada dos días, pero no todos... como habían dicho (usuaria acueducto rural).  
Tenemos que repartir el agua en horarios para seis sectores, a mucha gente no le llega el agua y en verano es peor (administrador de acueducto rural).*

---

Las intervenciones institucionales, al no tener enfoque de pobreza, ni de equidad de género, ocasionan con frecuencia más conflictos que los que tratan de resolver (cuadro 2.9).

*Cuadro 2.9 Intervenciones bien intencionadas que generan nuevos conflictos*

*En Costa Rica (Ginebra-Valle del Cauca), población de 5.000 habitantes, se hizo un censo de cerdos, pues ocasionan problemas con los sistemas de abastecimiento de agua y sistema de alcantarillado, además podrían causar problemas al tratamiento de las aguas residuales que se está planificando. Se encontraron alrededor de 1.000 cerdos, la mayoría criados por la mujer en su vivienda. Existían alrededor de dos o tres por familia.*

*La propuesta es forzar a las familias a abandonar esta actividad y construir un gran criadero de cerdos que produzca gas y abono para otras actividades en el asentamiento. La idea es propuesta por los hombres, tanto de las organizaciones comunitarias como de las ONGs que apoyan esta comunidad, y posiblemente será llevada a cabo porque no se tiene enfoque de género y pobreza en esta intervención.*

La estrategia de usos múltiples del agua es una propuesta para integrar los objetivos en torno a salud que tiene el suministro de agua para el sector de agua y saneamiento con el Objetivo 1 de las Naciones Unidas, enfocado a la reducción de la pobreza y el hambre. El reconocimiento de los distintos usos permitiría por un lado, entregar agua para las necesidades domésticas y por otro lado, disminuir el hambre y la desnutrición en el campo, especialmente con miras a la adaptación al cambio climático, que afectará a la población más pobre del planeta. En Colombia, país rico en recursos naturales –entre ellos el agua–, fértil y con personas trabajadoras en el campo, es difícil creer que los niños campesinos están desnutridos y que entre estos campesinos está la más alta población en situación de indigencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- RAMÍREZ M. (2007). *Pobreza y servicios públicos domiciliarios. Misión contra la Pobreza y la Desigualdad* –MERPD. DNP. Colombia.
- ROA CE (2005). *Relaciones entre disponibilidad de agua, usos múltiples del agua y uso del suelo en la microcuenca Los Sainos (El Dovio)*. Tesis de Maestría. *Programa de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Universidad del Valle. Colombia.
- URRUTIA N. (2006). *Sustainable management after irrigation system transfer. Experiences in Colombia*. The RUT irrigation district. PhD Thesis.
- UNESCO-IHE Institute for Water Education. The Netherlands
- MORIARTY P, Butterworth J, van Koppen B (2004). *Beyond Domestic: Case studies on poverty and productive uses of water at the household level*. IRC International Water and Sanitation Centre, Technical Paper Series, No. 41. The Netherlands.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**



## MARCO CONCEPTUAL

*Inés Restrepo Tarquino*<sup>6</sup>

La propuesta de aplicación del concepto de Gestión Integrada de Recursos Hídricos ha implicado miradas nuevas al ciclo del agua, así como la determinación de la Naciones Unidas de orientar el Desarrollo hacia el cumplimiento de los Objetivos de desarrollo del milenio (ODM). Ambas propuestas se cimentan en el concepto de Desarrollo sostenible, aceptado por la mayoría de los gobiernos del mundo. El concepto de *desarrollo* ha evolucionado desde una visión puramente economicista hacia una visión en la cual los componentes ambiente y sociedad son importantes. Sin embargo, existen simultáneamente en la actualidad los dos tipos de visión: por una parte, los poderes económicos que quieren acumular y seguir acumulando riqueza y por otra parte, la mayor parte de la sociedad que desea poder vivir una vida digna y sana, construyendo las condiciones para que sus hijos y los hijos de sus hijos puedan continuar con ese tipo de vida. El gobierno, responsable de la mediación en las situaciones de conflicto, no ha logrado equilibrar las luchas de la sociedad frente a los poderes económicos y en muchos países, se une a ellos en contra de la sociedad. En las décadas próximas pasadas, los poderes económicos se esforzaron al máximo por acabar con el papel social del gobierno, pero actualmente grandes pensadores impulsan de nuevo que el gobierno se fortalezca para cumplir sus funciones en la sociedad. En las comunidades rurales, la realidad es que solo la comunidad y el gobierno existen. Todos los demás son agentes externos que entran y salen del entorno según sus conveniencias.

---

<sup>6</sup> Ingeniera Sanitaria, MSc, PhD, Grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

---

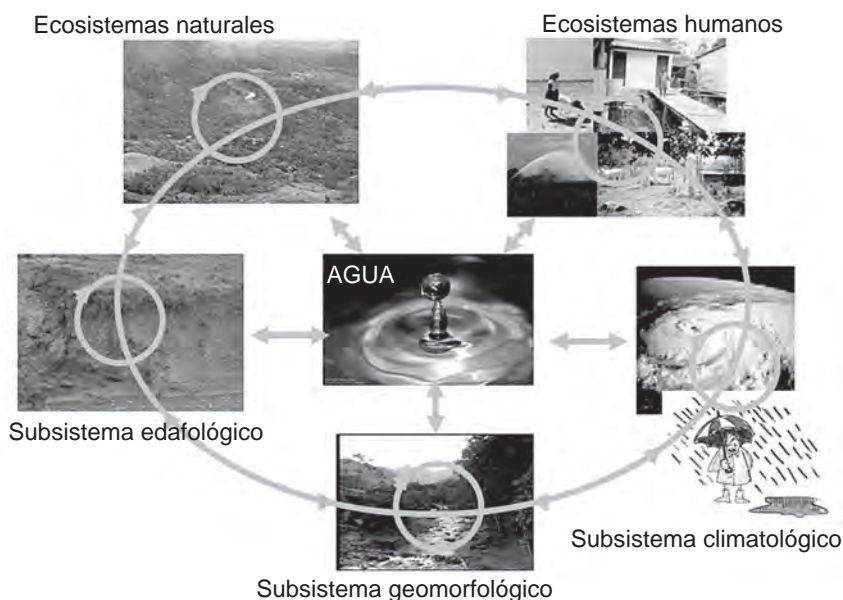
El problema en los países en desarrollo, y específicamente en las comunidades rurales, es que no se ha llegado a una visión compartida del *desarrollo*, en la cual se equilibre tanto el desarrollo económico como el bienestar social y la protección ambiental. A pesar de que en América latina existen bases de planeación excelentes, esa planeación del desarrollo se hace desde niveles centrales con poca participación comunitaria. En donde la participación existe, tiene por lo general un carácter meramente consultivo. Adicionalmente, las decisiones no se toman con base en análisis de datos de la realidad sobre la que se hace la planeación, los datos prácticamente no existen. Una contribución nefasta del esquema con el cual se ejecuta el avance hacia el desarrollo es la planificación sectorial no coordinada, especialmente desfavorable para la gestión del agua.

Se propone ahora la Gestión integrada de recursos hídricos (GIRH)<sup>7</sup> como una especie de panacea para la crisis del agua (GWP, 2000). Sin embargo, ya empiezan a oírse voces en contra: ¿por qué fraccionar el ambiente en componentes, si cada componente tiene relación con los demás? ¿Qué tanto contribuye el fraccionamiento de la naturaleza en componentes en la pérdida de recursos ambientales en los países que dependen de ellos, que son precisamente los países en desarrollo? La propuesta es re-enfocar la visión del agua hacia la visión integrada, de sistemas, que tenían nuestros ancestros: el agua es la sangre de la Tierra, es el conector universal (cuadro 3.1). La propuesta conceptual para analizar la naturaleza y la relación de los seres humanos con ella se muestran en la figura 3.1. Basándose en Vargas y Piñeyro (2006), se proponen dos subsistemas vivos: los ecosistemas naturales y los ecosistemas humanos y tres subsistemas que soportan la vida: el edafológico-geohidrológico (suelo), el geomorfológico y el climatológico (Cinara *et al.*, 2008). Entre ellos, el agua es el conector. Con esta mirada, la investigación busca ahora entender el papel que tienen los seres humanos con su ciclo del agua dentro del ciclo natural del agua. ¿Por qué? Porque se han estudiado los ciclos de la naturaleza sin los seres humanos, incluso sin los ecosistemas naturales, y los seres humanos son los mayores modificadores del ambiente, con alteraciones de la naturaleza que ya tienen efectos planetarios. En sólo dos siglos el mal llamado *progreso* ha sido capaz de cambiar lo que la naturaleza construyó durante millones de años. La figura 3.2 presenta el ciclo del agua que se investiga actualmente (Restrepo, 2004). Sobre la base de este diagrama se identifican principios ambientales que se están promoviendo a nivel mundial:

---

<sup>7</sup> La GIRH es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (GWP, 2000)

## CONTEXTO



*Figura 3.1 Sistema de análisis propuesto en Gestión Integrada de Recursos Hídricos.*

- extraer la menor cantidad de recursos de la naturaleza,
- mantener esos recursos tanto tiempo como sea posible en el ciclo humano,
- pensar en los residuos como recursos potenciales tanto para los humanos como para la naturaleza,
- entregarle al ambiente lo que ya no es posible utilizar en el ciclo humano en condiciones tales que no se altere la capacidad de autodepuración y asimilación de la naturaleza,
- aprovechar al máximo el *agua blanca* (agua atmosférica), y
- compartir el agua con los ecosistemas naturales.

*Cuadro 3.1 La Teoría de Sistemas era la base de las culturas ancestrales de América.*

*¿Les enseñarán a sus hijos lo que nosotros enseñamos a los nuestros? Que la Tierra es nuestra madre. Todas las cosas están relacionadas como la sangre que nos une. Todo lo que hiera a la Tierra herirá también a los hijos de la Tierra. La Tierra no le pertenece al Hombre; el Hombre pertenece a la Tierra. El Hombre no teje la urdimbre de su vida; en realidad, es sólo una hebra de ella (Carta del Gran Jefe Seathl, 1850.)*

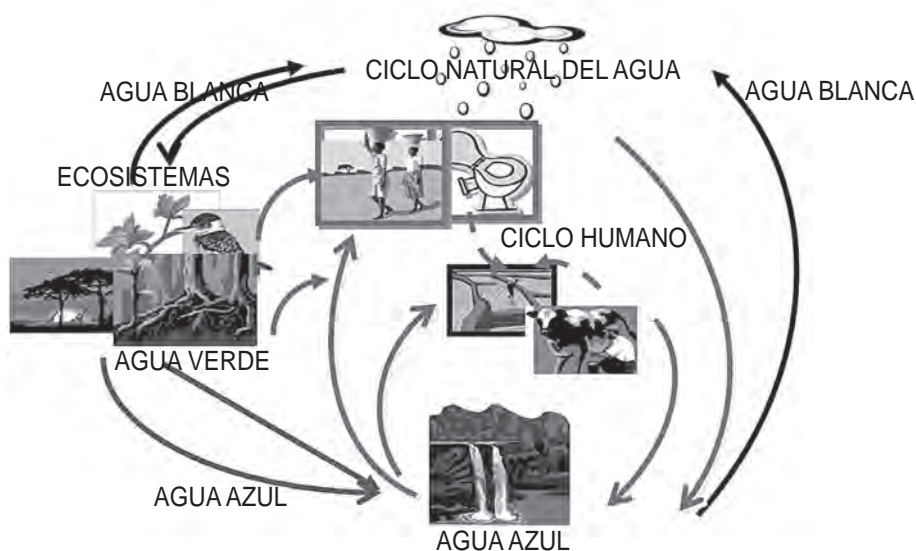


Figura 3.2 Ciclo humano en el ciclo hidrológico.

El Grupo de Investigación en GIRH propone que la gestión del agua se centre primero que todo en la *unidad básica de decisión territorial*, llámese vivienda, finca, empresa, etc., para luego continuar con el núcleo comunitario y finalmente, la microcuenca como unidad de planificación del territorio (figura 3.3) (Restrepo, 2005). En este orden se aplicarían las estrategias y conceptos para la gestión del agua. Es una visión exactamente contraria a la que se sigue actualmente, que parte de la gran cuenca, se olvida de la microcuenca y algunas veces llega superficialmente al núcleo comunitario, sin tener en cuenta el acontecer en esa unidad básica de decisión.

Inicialmente, el análisis se centra entonces en lo que pasa dentro de esa *unidad básica*. ¿Cómo viven las personas allí? ¿Cuáles son sus formas de sustento? ¿Qué hacen las mujeres y los hombres? ¿Cuál es el papel de los niños y niñas? ¿Cuál es el papel del agua? ¿Cuáles son los subproductos de las actividades antrópicas? ¿Cómo reincorporarlos a las actividades humanas o a la naturaleza? ¿Cuáles son los imaginarios frente al agua? ¿Cuáles los referentes culturales? En el nivel comunitario, ¿Cuáles son los satisfactores de necesidades humanas aceptados culturalmente (Max-Neef *et al.*, 1986) ¿Cuáles son los controles sociales? ¿Cuáles las estructuras de poder y toma de decisiones colectivas? ¿Cuáles son los indicadores de riqueza y pobreza y cuáles son entonces las familias socialmente reconocidas como de menores recursos? En el nivel de microcuenca, ¿Qué se considera una microcuenca sana? ¿Cómo se tiene acceso a los recursos ambientales?



el enfoque ecológico, con los tratamientos por métodos naturales y la incorporación de elementos a los ciclos naturales, entre otros enfoques. Pero además, se incluyen temas claves en el desarrollo, como la equidad en el acceso a los recursos, la salud de las personas y ecosistemas y los análisis holísticos, que se facilitan con el uso de la metodología de *ciclo de vida*, también de origen industrial. Con esta metodología se facilita el análisis de la incorporación de las actividades antrópicas en los ciclos naturales.

Tomando como base a Max-Neef *et al.* (1986), las intervenciones entonces se plantean desde esta unidad básica considerando los satisfactores que son socialmente aceptados en el nivel local, prestando especial atención a dos aspectos: la salud y bienestar humano y la salud de los ecosistemas. Desde el punto de vista del agua, las opciones tecnológicas deben considerar todos los usos en la unidad básica y todas las posibles fuentes. Se integran así a la oferta hídrica disponible tanto el agua lluvia y de niebla como las aguas residuales. Por otra parte, el proyecto internacional propuso el análisis de distintos aspectos en cada nivel, como se muestra en la figura 3.4 (Van Koppen *et al.*, 2006 y 2009).

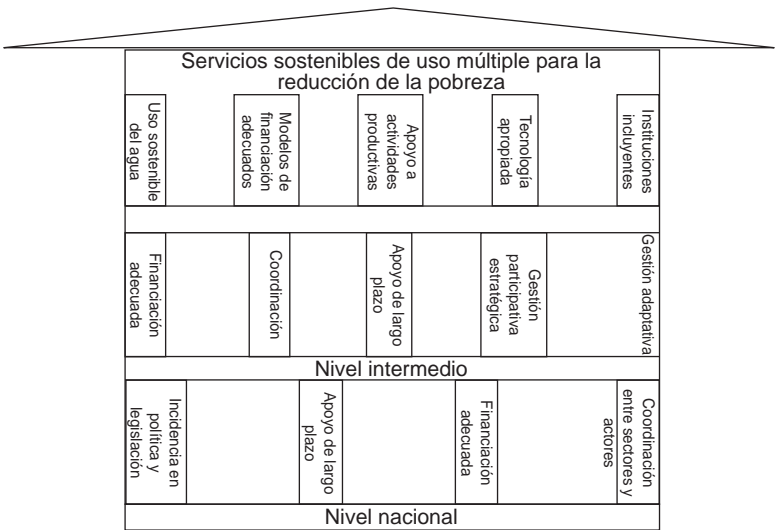
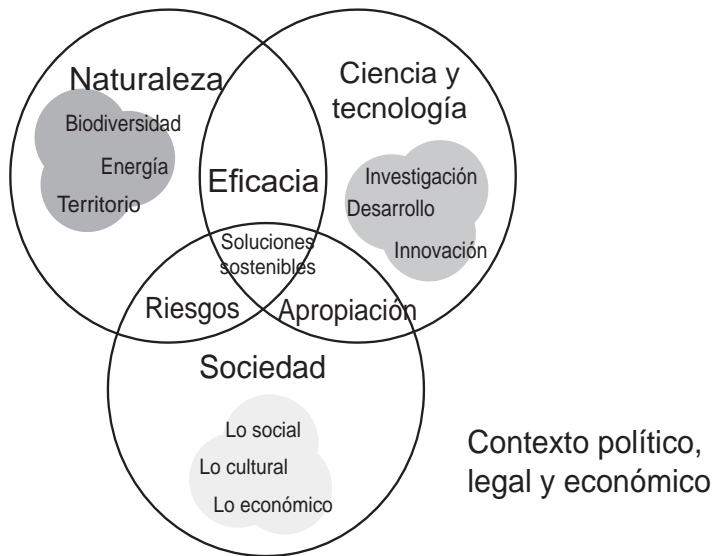


Figura 3.4 Aspectos a considerar en cada nivel en el proyecto internacional sobre uso múltiple.

Fuente: Van Koppen *et al.* (2006).

La tecnología se analiza bajo el horizonte de sostenibilidad. El marco conceptual para la sostenibilidad se presenta en la figura 3.5 (Restrepo, 1995). Sobre la base de los riesgos que se generan en la relación naturaleza-

sociedad, se realizan las intervenciones tecnológicas que, por una parte deben responder a los factores de riesgo ambientales y por otra, requieren ser apropiadas por los habitantes de las Unidades básicas de decisión y el nivel local en general. La tecnología se entiende en su acepción más amplia, que incluye tanto los componentes físicos como sus componentes operacionales (*software* y *hardware* de la tecnología). La tecnología es una construcción cultural de una determinada sociedad y lleva el código genético de ella, por esto, se fomenta el desarrollo tecnológico local y no solamente la transferencia de tecnología desde otros contextos.



*Figura 3.5 Marco conceptual para la sostenibilidad de las intervenciones que promueven el desarrollo humano sostenible.*

Fuente: Restrepo (1995).



## BIBLIOGRAFÍA

- CINARA, UTP y CIAT (2008). Marco conceptual para la GIRH en microcuencas. Informe del proyecto de investigación Desarrollo de un modelo GIRH que incorpore género y pobreza en el marco del desarrollo sostenible. Colombia.
- GWP, Global Water Partnership (2000). Gestión Integrada de Recursos Hídricos. TEC No 4. Sweden.
- MAX-NEEF M, Elizalde A y Hopenhayn M (1986). Desarrollo a Escala Humana. Development Dialogue-Número Especial. Cepaur Foundation Dag Hymmarskjold. Sweden.
- RESTREPO (1995). La sostenibilidad: un acuerdo de tres. Agua y Vida. Cinara, Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación de Recursos Hídricos. Colombia.
- RESTREPO I. (2005). Tendencias mundiales en la gestión de recursos hídricos: desafíos para la ingeniería del agua. Ingeniería y Competitividad, V6, N1, p63-71. Colombia.
- UNEP, United Nations Environment Programme, (2003). Cleaner Production - Key Elements. En: [http://www.unep.org/pc/cp\\_understanding\\_cp/home.htm](http://www.unep.org/pc/cp_understanding_cp/home.htm), visitado en abril de 2004.
- VAN KOPPEN B., MORIARTY P. y BOILEE E. (2006). Reporte de investigación 98: Servicios de uso múltiple del agua para avanzar en los objetivos del milenio. Integrated Water Management Institute. Sri Lanka.
- VAN KOPPEN B., SMITS S., MORIARTY P., PENNING DE VRIES F., MIKHAIL M. y BOILEE E. (2009). Climbing the water ladder. Multiple-use water services for poverty reduction. IRC, International Water and Sanitation Centre and IWMI, International Water Management Institute. Technical papers No 52. The Netherlands.
- VARGAS R. y PIÑEYRON. (2006). El hidroscoopio. PNUMA/UNESCO-PHI. Serie de manuales de educación y capacitación ambiental. Uruguay.



## **LA INVESTIGACIÓN EN USOS MÚLTIPLES DEL AGUA EN LA ZONA RURAL**

*Inés Restrepo Tarquino*

La línea de investigación en agua y pobreza del Grupo de GIRH del Instituto Cinara tiene como objetivo proponer alternativas para mejorar el acceso al agua de la población más pobre, fundamental no solamente para la salud de la familia sino para posibilitar su seguridad alimentaria y nutrición y posibilidades para su desarrollo. En esta línea se enmarca la temática de usos múltiples del agua que busca ofrecer opciones tecnológicas y marcos para el acceso al agua que satisfaga las necesidades de las familias pobres de forma integral.

El proyecto internacional sobre usos múltiples del agua busca identificar modelos para facilitar el acceso al agua de la población rural más pobre, tanto para fines domésticos como para actividades productivas de pequeña escala que la familia pobre lleva a cabo en su predio. Este documento presenta los principales hallazgos y propuestas para la incorporación del concepto de usos múltiples del agua en acueductos y alcantarillados de las zonas rurales en Colombia.

### **METODOLOGÍA**

Desde el Simposio Internacional sobre Usos múltiples del agua en Johannesburgo (2003), diversos espacios y proyectos han investigado esta estrategia desde el punto de vista de reducción de la pobreza.

---

## Conferencia electrónica

Entre mayo y junio de 2004 se realizó una conferencia electrónica internacional, aprovechando las herramientas de la Internet, para discutir el tema de usos múltiples del agua. La versión en español fue coordinada por el Instituto Cinara. En esta versión participaron 568 personas de 27 países. Esta conferencia se desarrolló en tres fases, cada una de dos semanas. La Fase I *Experiencias Existentes*, tuvo como objetivo compartir experiencias, tanto negativas como positivas, en torno a casos sobre sistemas existentes de uso múltiple de agua. Para esto se definió la clasificación de los sistemas como: (1). Sistemas de uso múltiple *de hecho*, aquellos diseñados para un solo propósito pero que son realmente usados por la gente para diversas actividades, tanto domésticas como productivas, (2). Sistemas diseñados parcialmente para uso múltiple, aquellos diseñados para usos domésticos y algunos usos productivos pero que no satisfacen todos los usos que tiene la gente y (3). Sistemas de uso múltiple diseñados y operados para llenar todas las necesidades de agua de los usuarios con enfoque de equidad y pobreza. Se buscó en estos casos conocer los contextos institucionales, sociales, económicos, culturales, las necesidades de las comunidades, las soluciones implantadas para resolverlas y el impacto de las mismas sobre la calidad de vida de los beneficiados. La Fase II buscó identificar las lecciones aprendidas a partir de las diversas experiencias de los participantes en la conferencia electrónica. Se pretendía que las ideas planteadas en dichos mensajes giraran en torno a temas como la participación comunitaria, los obstáculos y limitaciones del uso múltiple a nivel del hogar, los riesgos del uso múltiple y problemas que causa, los beneficios que justifican el costo adicional del uso múltiple, sus implicaciones para la política pública de gestión del agua, y las políticas que fomentan u obstaculizan el uso múltiple del agua a nivel del hogar.

La Fase III pretendía encontrar enfoques, herramientas y métodos para planificar, diseñar, implementar, monitorear y evaluar servicios de agua y saneamiento que incluyen las múltiples actividades de la gente a nivel del hogar; identificar requerimientos en términos de política, legislación, normatividad y regulación para facilitar servicios de uso múltiple del agua. En esta fase también se buscaba vislumbrar necesidades en cuanto a fortalecimiento de capacidades institucionales, profesionales y comunitarias para prestar este tipo de servicio; investigación y cabildeo, que permitieran llevar a la práctica la prestación de servicios de agua y saneamiento que incluyan el uso múltiple del agua; los vacíos para lograrlo y la necesidad en torno a actividades críticas en investigación, cabildeo, fortalecimiento de capacidades, implementación. En esta conferencia electrónica se recibieron un total de 173 mensajes y obtuvo un panorama inicial sobre la percepción y conocimiento del tema entre los profesionales del sector en la región.

## Proyecto internacional de investigación sobre los sistemas de abastecimiento de agua de uso múltiple

El Programa Mundial de Agua y Alimentos (CPWF, Challenge Programme on Water and Food) financió un proyecto de investigación por cinco años, que fue coordinado por el Instituto Internacional de Gestión del Agua (International Water Management Institute-IWMI), con sede en South Africa. Contó con la participación del Centro Internacional de Agua y Saneamiento (International Water Centre-IRC), con sede en Holanda. El proyecto se desarrolló en cinco cuencas atendidas por el CPWF: Limpopo, Indoganges, Andes, Nilo, y Mekong, instituciones de Tailandia, Nepal e India, Colombia y Bolivia, Etiopía y Zimbabwe y South Africa realizaron la investigación de campo. En Colombia, el Instituto Cinara de la Universidad del Valle tuvo a cargo la investigación. La investigación en campo se llevó a cabo en los Departamentos del Valle del Cauca y Quindío como áreas de estudio, con casos de estudio como método de investigación. En Bolivia, la investigación estuvo coordinada por Centro Agua de la Universidad de San Simón y contó con la participación de la empresa privada Agua Tuya, que preparó los estudios de caso. Los documentos producidos se encuentran a disposición en el sitio web del proyecto internacional ([www.musproject.net](http://www.musproject.net)). La investigación se desarrolló en Modo 2, con la participación de los actores involucrados. Cada estudio en particular aplicó la metodología de sistemas suaves (Soft Systems Methodology), de la Teoría de Sistemas, que integra la Investigación Acción Participativa (IAP) en el análisis de sistemas complejos con un alto componente social. Cada localidad se constituyó en un Proyecto de aprendizaje en equipo, que fue abordado para el análisis general por Alianzas para el aprendizaje en Quindío y Valle del Cauca. De esta forma se aplicó el modelo de transferencia de conocimiento propuesto por el Instituto Cinara, que se muestra en la figura 4.1.

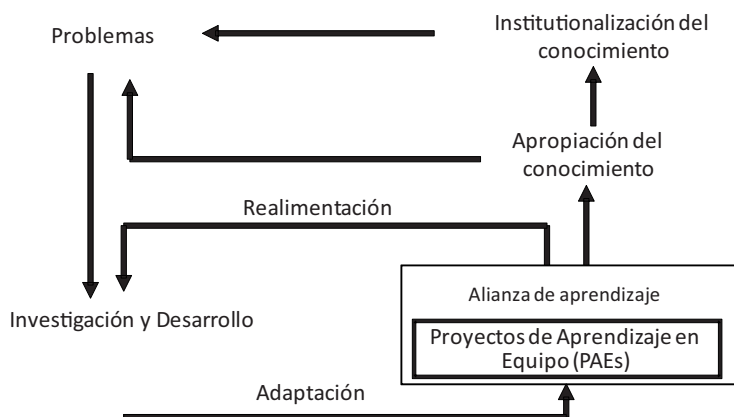


Figura 4.1 Modelo Diálogo de saberes para investigación y desarrollo.

---

Las siguientes fueron las actividades desarrolladas en la investigación:

### **Diagnóstico de la problemática en torno a los usos múltiples del agua**

Fue llevado a cabo mediante trabajos de grado de estudiantes y casos de estudio. En estas investigaciones se plantearon diferentes preguntas de investigación y se utilizaron diversas metodologías para la recopilación de la información en ellos contenida.

### **Estudios exploratorios**

Desde el año 1999 se habían iniciado investigaciones exploratorias con estudiantes de pregrado de Ingeniería sanitaria de la Universidad del Valle, desde el año 2004 se ejecutaron investigaciones en torno a los aspectos clave identificados, relacionados con los conceptos del uso múltiple del agua con el apoyo además de estudiantes de postgrado de Ingeniería sanitaria y ambiental y de economía de la Universidad del Valle. Estos estudios abordaron aspectos socioeconómicos, técnicos y ambientales del uso múltiple, especialmente a nivel local. En la figura 4.2 se presentan los casos apoyados por los dos proyectos que financian estas investigaciones. En el Valle del Cauca, los estudios se realizaron en los municipios de Cali, Roldanillo, Restrepo, Ginebra y El Dovio. En el municipio de Cali, el área de influencia de los estudios fue la microcuenca de la quebrada El Chocho, con los sistemas de abastecimiento de los corregimientos de La Castilla, Montebello, Golondrinas, y de las veredas de Campoalegre, Las Palmas, Lomitas, Villa del Rosario y El Pinar. Otro estudio se adelantó en la cuenca de Pance en la vereda La Vorágine. En el municipio de Restrepo se estudió el sistema de abastecimiento de La Palma - Tres Puertas, que surte de agua a las veredas de La Palma, Tres Puertas, Buenvivir, Monterredondo, Chontaduro, Colegurre y Ventaquemada. En Ginebra se estudió principalmente la influencia de las actividades agropecuarias en los sistemas de agua y saneamiento. En El Dovio se abordó el tema de los usos múltiples del agua en la microcuenca de la quebrada Los Sainos y en el municipio de Roldanillo se estudió la localidad rural de Cajamarca, tanto su acueducto como su minidistrito de riego.

En el Departamento del Quindío, en la cuenca del río del mismo nombre, se realizó un estudio en tres fincas productivas en los municipios de Calarcá y Salento, y otro estudio a nivel de cuenca para dar una mirada a los procesos de planificación y cómo estos abordan los conceptos de uso múltiple del agua. En la figura 4.2 aparece la ubicación de los estudios realizados. En la tabla 4.1 y la tabla 4.2 se listan los estudios realizados en la temática de usos múltiples del agua.

*Tabla 4.1 Trabajos de grado realizados por estudiantes de pregrado de la Universidad del Valle*

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Año</b>
Demanda de agua para usos múltiples. Caso La Castilla (Cali)	Ana Paola Lasso, Milvia Lorena Burbano	2004
Oferta tecnológica para uso múltiple del agua. Caso La Castilla (Cali)	Milton Duarte, Lorena Jordán	2004
Tecnología multipropósito para uso múltiple del agua en el corregimiento de Golondrinas (Cali)	Marcela Muñoz, Nelson Narváez	2004
Producción más limpia en abastecimiento de agua y manejo de aguas residuales en asentamientos nucleados. Caso Montebello (Cali)	Felipe López	2005
Determinación del coeficiente de retorno fiable para el diseño de un sistema de alcantarillado de pequeño diámetro. Caso La Vorágine (Cali)	Hebert Valencia, Felipe Yépez	2005
Múltiples usos del agua en la vivienda: priorización y enfoque de género. Caso Costa Rica, Valle	Andreína Ríos y Vladimir Correa	2008
Mejoramiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado bajo el concepto de usos múltiples del agua en zonas rurales. Caso Corregimiento Costa Rica (Ginebra).	Ronald Jefferson Castro y Marcelo Delgado	2008
Modelo para la implementación de sistemas objetuales facilitadores del manejo multipropósito, sostenible y eficiente del agua en la vivienda rural dispersa del Valle del Cauca	Claudia Marcela Sandoval	2008
Modelo administrativo sostenible en el acueducto La Palma-Tres Puertas	Natalia Carolina Parra	2008
Evaluación económica de sistemas de abastecimiento de agua de uso múltiple. Caso de estudio La Palma-Tres Puertas	Diana Carolina Mayor	2008
Estudio comparativo del manejo del agua en tres asentamientos rurales dispersos del Municipio de Cali mediante la aplicación del concepto de análisis del ciclo de vida	Isabel Bolaños y Nathalia Alzate	2008

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Año</b>
Estudio comparativo del manejo del agua en tres asentamientos rurales nucleados del Municipio de Cali mediante la aplicación del concepto de análisis del ciclo de vida	Viviana Chaves y Vanesa Fajardo	2008
Propuesta para incorporar las dotaciones de agua para actividades agropecuarias a pequeña escala al acueducto La Palma-Tres Puertas	Alejandro Ospina	2009
Comparación entre un sistema existente, su diseño bajo la norma técnica colombiana y diseño bajo el concepto de uso múltiple. Caso de estudio La Palma-Tres Puertas.	Alejandro Ospina y Nixon Granja	En ejecución

*Tabla 4.2 Tesis de estudiantes de posgrado en usos múltiples del agua*

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Año</b>
Metodología para la gestión integrada de la calidad del agua. Caso microcuenca El Chocho (MSc)	María Isabel Marín	2005
Relaciones entre disponibilidad de agua, múltiples usos del agua y usos del suelo en la microcuenca Los Sainos (MSc)	Clara Eugenia Roa	2005
Desarrollo de una metodología de planificación de cuencas hidrográficas que articule la normatividad territorial con la ambiental. Caso cuenca del río Quindío (MSc)	Paula Marcela Arias	2008
Usos múltiples del agua en fincas productivas del Departamento del Quindío (MSc)	Marco Antonio Barrios	2009
Propuesta tecnológica para integrar abastecimiento de agua y manejo de aguas residuales en sistemas de uso múltiple (MSc en ejecución)	Harold Diego Delgado	En ejecución
El uso múltiple del agua en la lucha contra la pobreza: más allá del marco convencional para la gestión de cuencas.	Álvaro Hernán Montoya	En ejecución



*Figura 4.2 Áreas de estudio del proyecto Usos múltiples del agua como una estrategia para reducción de la pobreza.*

### **Estudios institucionales**

Se desarrollaron varios estudios que abarcaron aspectos del marco conceptual de este proyecto desde los niveles local, intermedio y nacional. En estos casos, en el nivel local se evaluó el uso sostenible del agua, los modelos de financiación de la infraestructura, el apoyo a las actividades productivas, la tecnología apropiada y las instituciones incluyentes. En el nivel intermedio se estudiaron: la gestión adaptativa, la gestión participativa estratégica, el apoyo de largo plazo, la coordinación y financiación adecuada. En el nivel nacional se estudiaron: la coordinación entre sectores y actores, el apoyo de largo plazo, la financiación adecuada y la incidencia en política y legislación. Cada investigación produjo un documento y un documento de trabajo (working paper) ([www.musproject.net](http://www.musproject.net)).

*Tabla 4.3 Estudios institucionales*

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Año</b>
Caso de estudio de los sistemas de abastecimiento de agua de Cajamarca (El Dovio)	Local	2006
Caso de estudio del sistema de abasto de La Palma-Tres Puertas	Local	2006
Caso de estudio de la microcuenca de la Quebrada El Chocho	Local	2006
Estudio del Ciclo del Proyecto del Programa PAAR	Intermedio	2006
Estudio de las intervenciones realizadas por el Programa PAAR en el Valle del Cauca	Intermedio	2007
Estudio de los marcos legales e institucionales en Colombia y su impacto sobre uso múltiple.	Nacional	2006

### **Formulación de propuestas para la incorporación de los usos múltiples del agua**

Los desarrollos y resultados obtenidos a partir de las investigaciones realizadas se socializaban, discutían y enriquecían a través de la estrategia de las Alianzas para el Aprendizaje, en donde el grupo participante en esta iniciativa se vinculaba y aportaba a las propuestas a formular, a través de diferentes estrategias para incorporar los variados saberes de estos individuos. La figura 4.3 muestra la estructura general de las Alianzas para el Aprendizaje mientras que la tabla 4.4 presenta las instituciones participantes en las Alianzas constituidas en el marco del proyecto. Se emplearon diferentes mecanismos para promover esta participación: reuniones, salidas de campo, difusión de información a través de grupos de correo electrónico, grupos de discusión en Internet, página web auspiciada por el proyecto, etc. Uno de los mecanismos más significativos para la formulación de las propuestas fue la realización de talleres.

Se realizaron seis talleres durante el proyecto. La primera reunión se concentró en dar a conocer los objetivos del proyecto y los avances del mismo a nivel mundial para sembrar el interés en las instituciones y motivar su continuidad. La segunda reunión hizo énfasis en los antecedentes del proyecto internacional y las tendencias mundiales en la gestión del agua;



se desarrolló el concepto y las reglas de operación de las Alianzas para el aprendizaje, para constituir la en torno a los usos múltiples del agua; se presentaron resultados parciales de tesis realizadas en el tema y se identificaron las experiencias de los participantes en torno a uso múltiple. La tercera reunión estuvo enmarcada en el evento internacional bienal Agua 2005 que realiza Cinara y se enfocó en socializar los resultados de los casos de estudio desarrollados en Bolivia, Sudáfrica, Zimbabwe y Colombia, así como un avance general del proyecto en el mundo.



*Figura 4.3 Estructura general de las Alianzas para el aprendizaje.*

Fuente: Restrepo (2004)

*Tabla 4.4 Participantes en talleres de las Alianzas para el aprendizaje en Valle y Quindío con permanencia mayor al 80% en las actividades programadas*

<b>Institución-organización Valle del Cauca</b>	<b>Funcionarios</b>
Centro Internacional de Agricultura Tropical	Clara Roa
	Alexandra Peralta
Programa de Abastecimiento de Agua Rural – PAAR	Ruth Amparo Erazo
	Hernando Díez
	Marlyn Olave
	Manuel Domínguez
Gobernación del Valle del Cauca	Omar Suárez
	Marino Viveros
Secretaría de Agricultura municipal	Darío Hernán Hidalgo
	Diego Fernando Parra
Aquacol	Arlex Saavedra
	Luis Velasco
Contraloría General de la República	Mery Cabal
ASORUT	Paola Andrea Rengifo
<b>Quindío</b>	
Empresas Públicas de Armenia EPA ESP	Alba Lucía Ordoñez
	Blanca Rocío
Seccional de Salud del Quindío	Rosmary Villaquirán
Alcaldía Buenavista	Jorge Camargo
Acueductos Rurales	Juan José Orrego
Universidad del Valle	Marco Antonio Barrios
	Paula Marcela Arias

En la cuarta reunión de la Alianza para el aprendizaje se presentaron los resultados del IV Foro Mundial del Agua realizado en México en marzo del 2006, en donde se conocieron las tendencias en relación con el agua en el mundo y de las cuales se recogió información concerniente con los usos múltiples del agua, además, se socializaron los resultados de dos casos de estudio adelantados en el marco del proyecto. De igual forma, se discutieron las condiciones en que se desarrolla la normatividad para diseñar acueductos en zonas rurales y se generaron ideas para poner en conocimiento de los encargados de la formulación de las políticas las ideas del grupo relacionadas con la manera en que debe hacerse la gestión del agua en la zona rural,

---

incorporando el concepto de usos múltiples. En la quinta reunión se expusieron los resultados más importantes encontrados en desarrollo del proyecto y se obtuvieron aportes de los participantes para la formulación de unos principios básicos para la construcción de una guía para la planificación, diseño y administración de sistemas de suministro de agua para usos múltiples para lo cual se expusieron los resultados más importantes encontrados en desarrollo del proyecto y se obtuvieron aportes de los participantes. Adicionalmente, con la Alianza para el aprendizaje en el Quindío se analizaron los casos de estudio de los tesis de esta región. Con esta Alianza se llevaron a cabo tres talleres.

La información recolectada, sistematizada, analizada y las reflexiones e investigación del grupo de trabajo del proyecto dieron lugar a un documento en el cual se propusieron unos lineamientos para el diseño y administración de sistemas de abastecimiento de agua bajo el enfoque de usos múltiples. Este documento incorporó principios, opciones y herramientas para el diseño y administración de dichos sistemas, buscando principalmente sensibilizar a quienes trabajan en el sector agua y saneamiento sobre las múltiples necesidades del líquido de la gente del campo; amplía el espectro de lo que se consideran alternativas para abastecer agua a las poblaciones y presenta estrategias para incorporar medidas de producción más limpia y uso eficiente del agua en las actividades domésticas y productivas de las comunidades rurales. También, busca aproximarse hacia los aspectos organizativos, tarifarios y de costos, para lo que puede ser la administración de un sistema de abastecimiento de agua con estas características. Como etapa final se prepararon tres *Notas de política* (Policy Briefs), donde de manera sucinta se presentaban los hallazgos y propuestas del proyecto en documentos muy cortos para facilitar su difusión.

### **Intercambio de conocimiento**

Cinara, en 2003, ya había dedicado el evento bianual internacional Agua al tema de Usos múltiples del agua, en el que venía desarrollando investigaciones. Durante el proyecto, el coordinador internacional de proyecto para la cuenca Andes (Dr. John Butterworth) participó en varios de los talleres de las Alianzas para el aprendizaje, junto con otros miembros del equipo de trabajo internacional. Los miembros del grupo de trabajo en Colombia también participaron en las reuniones generales del proyecto y en reuniones del Grupo temático en usos múltiples del agua. Uno de los miembros de la Alianza para el Aprendizaje del Valle (Ing. Omar Suárez) participó en un taller programado en Bolivia, el otro país de la *cuenca Andes* miembro del proyecto internacional. Adicionalmente, el Centro Agua y Agua Tuya (Ings. Alfredo Durán y Gustavo Heredia) participaron en talleres realizados en Colombia. Se participó también en las sesiones temáticas sobre usos

---

múltiples del agua en los Foros mundiales del agua de México y Estambul, y el Instituto Cinara participa en el Grupo temático sobre usos múltiples del agua, coordinado actualmente por IWMI, espacios en los cuales se han presentado los resultados obtenidos. Miembros del proyecto en Colombia participaron también en los eventos programados por el CPWF en Bogotá y Etiopía. Durante el desarrollo del proyecto se organizó un Diplomado (120 horas), certificado por la Universidad del Valle, para los funcionarios del PAAR, en el cual se capacitaron sobre la GIRH y los usos múltiples a nivel de vivienda y sus implicaciones en el diseño, administración, operación y mantenimiento. Cada taller con la Alianza para el aprendizaje fue aprovechado para introducir charlas de capacitación en temas de interés, igualmente se aprovechó la visita de expertos a las instituciones participantes para tener conversatorios sobre temas específicos. Todos los documentos producidos por el proyecto internacional se encuentran abiertos al público interesado en el sitio web del proyecto ([www.musproject.net](http://www.musproject.net)).

## BIBLIOGRAFÍA

- RESTREPO I. (2004). Conceptual framework for technology transfer in Latin America: lessons learnt from Team Learning Projects. In: Smits, S., Fonseca, C. and J. Pels (eds.) (2005) Proceedings of the symposium on Learning Alliances for scaling up innovative approaches in the water and sanitation sector, 7-9 June 2005. The Netherlands
- VAN KOPPEN B., SMITS S., MORIARTY P., PENNING DE VRIES F., MIKHAIL M. y BOELEE E. (2009). Climbing the water ladder. Multiple-use water services for poverty reduction. IRC, International Water and Sanitation Centre and IWMI, International Water Management Institute. Technical papers No. 52. The Netherlands.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

## **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**



## EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ALIANZAS PARA EL APRENDIZAJE

*Silvia Milena Corrales<sup>8</sup> e Isabel Cristina Domínguez<sup>9</sup>*

La Alianza para el aprendizaje es una estrategia para agrupar individuos u organizaciones que comparten un problema concreto y desean solucionarlo, lo que lleva a los participantes a tener objetivos comunes. Las Alianzas para el aprendizaje se conforman con grupos interdisciplinarios, interinstitucionales y comunitarios que se unen para aprender cómo resolver los problemas que se presentan en una situación definida. Su estructura general se mostró en la metodología. El grupo comparte sus potencialidades y crea en conjunto nuevo conocimiento para su área de influencia que puede ser aplicado en contextos similares.

Para este proyecto, la Alianza para el aprendizaje se conformó en torno a la problemática del acceso al agua que tienen las familias más pobres, tanto para proteger su salud como para desarrollar actividades productivas de pequeña escala que ayuden a mejorar sus ingresos y contribuyan con su seguridad alimentaria. Para analizar los usos dados al agua por la gente rural se convocó un número importante de representantes de organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y organizaciones de base comunitaria que trabajan en torno al agua.

---

<sup>8</sup> Economista, grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

<sup>9</sup> Ingeniera Sanitaria, grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

---

Las actividades de la Alianza permitieron generar espacios para sensibilizar a los miembros del grupo sobre la importancia de suministrar agua en las zonas rurales, no sólo para las actividades domésticas sino también para las actividades productivas de pequeña escala que en ellas se realizan y que permiten el sustento a las familias más pobres, tales como la cosecha de pequeñas áreas de cultivos y la cría de algunos animales o microempresas familiares. Esta sensibilización de los participantes fue un primer paso para influenciar las instituciones tomadoras de decisiones y hacedoras de políticas tanto a nivel local, como nivel intermedio y nivel nacional, lo que en Colombia significa generar impacto en las instituciones municipales, departamentales y nacionales. Además, con todos los participantes se analizaron los resultados de la investigación y se elaboraron propuestas para solución de los problemas encontrados. Algunas propuestas fueron adoptadas inmediatamente por los participantes, como por ejemplo el cambio en la dotación para acueductos rurales por parte del PAAR, Programa de Abastecimiento de agua para la zona rural del Valle del Cauca.

Para lograr el objetivo de la sensibilización se identificaron las necesidades de participación para la conformación del grupo de Alianza para el aprendizaje. En Colombia, el proyecto se desarrolló en los Departamentos del Valle del Cauca y Quindío, por lo tanto fue indispensable invitar miembros de instituciones locales y departamentales de ambos Departamentos. Además, se invitaron las principales instituciones ambientales de las regiones cercanas. En consecuencia, las invitaciones fueron para las Corporaciones Autónomas Regionales de los Departamentos estudiados y cercanos, los entes departamentales y municipales que trabajan en torno al ambiente, la salud, la infraestructura y aquellas organizaciones no gubernamentales cuyo objeto es velar por la conservación ambiental, abastecer de agua las poblaciones y priorizar el bienestar de las mujeres, los niños y los más pobres. Se invitó también a las organizaciones de base comunitaria encargadas de sistemas de abastecimiento, tanto acueductos como sistemas de irrigación, así como a Aquacol, organización de segundo nivel que agrupa a 31 organizaciones administradoras de acueductos rurales. La conformación del grupo se realizó mediante invitaciones a participar en talleres, reuniones, visitas de campo y actividades en las que se dieron a conocer conceptos en torno a los usos múltiples del agua; se explicaron y analizaron los comportamientos de los hogares rurales, sus actividades, necesidades y oportunidades; se contextualizó el entorno rural, las cuencas y se analizaron los comportamientos de las instituciones tomadoras de decisiones y estructuradoras de políticas; todo esto considerando el enfoque de género y pobreza. En la fotografía 5.1 se observa al grupo de la Alianza en una visita de campo a uno de los casos de estudio y los miembros de la Alianza en una reunión con el Consejo Municipal de Restrepo.



*Fotografía 5.1 Visita de campo y reunión con el Concejo Municipal de Restrepo con la Alianza para el Aprendizaje.*

Las actividades del proyecto consistieron en analizar casos de estudio, para ilustrar las actividades llevadas a cabo en los hogares; analizar las acciones de las instituciones en marco del agua; descubrir las necesidades reales de la gente y las oportunidades generadas a partir de su satisfacción a fin de generar lineamientos para normalizar la realidad de las zonas rurales. En las reuniones de la Alianza para el aprendizaje se concertaron estos casos de estudio para el proyecto, que surgieron de las experiencias previas de los participantes quienes propusieron lugares para estudiar, además, fue posible tener acceso a información recogida por las instituciones participantes que fue de utilidad para el análisis de las localidades estudiadas. De igual forma, las reuniones generaron el espacio para hacer sugerencias de políticas y generar lineamientos de diseño y manejo de sistemas de abastecimiento rurales que favorezcan las comunidades y los usos que dan al agua.

#### **LA ALIANZA PARA EL APRENDIZAJE**

Bajo esta perspectiva, se conformaron dos Alianzas para el aprendizaje, una en el Departamento del Valle del Cauca y otra en el Departamento del Quindío, facilitando la participación de las personas de cada región a quienes se les dificulta el traslado entre las ciudades. Durante la duración del proyecto en Colombia (entre finales del 2004 y el 2006) se realizaron cinco talleres en la ciudad de Cali (Valle del Cauca) y tres en la ciudad de Armenia (Quindío) en los que se contó con la participación de alrededor de 100 personas de diferentes instituciones y organizaciones. Se destaca la participación de funcionarios de la Gobernación del Valle, representada por el programa PAAR, la Secretaría de Infraestructura y la Secretaría de Agricultura; la Universidad del Valle; el Centro Internacional de Agricultura Tropical–CIAT; las Empresas Públicas de Armenia; la Corporación Autónoma Regional del Cauca; la Secretaría de Planeación del Quindío; *Aquasol*;

---

algunas Juntas Administradoras de sistemas de abastecimiento de agua y distritos de riego; así mismo, se ha contado con la participación de estudiantes universitarios interesados en desarrollar sus trabajos de investigación en este tema e integrantes de asociaciones que trabajan en pro del agua y de los servicios públicos. En las ocho reuniones realizadas se definieron planes de acción y compartieron los resultados que generó el proyecto. Las sesiones por lo general tuvieron una duración de ocho horas distribuidas en un día. Los temas tratados en las reuniones realizadas en Cali se repitieron con los ajustes necesarios de las actividades de la región cafetera.

## **METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA ALIANZA PARA EL APRENDIZAJE**

Para realizar el seguimiento correspondiente al trabajo en Alianza entre las instituciones participantes se aplicaron dos encuestas. Una diseñada para los participantes de las reuniones realizadas en Cali y Armenia, en marzo del 2006 que pretendía indagar sobre aspectos generales de los participantes, pero principalmente su percepción sobre los conceptos de Usos múltiples del agua y de Alianza para el aprendizaje.

Esta encuesta constaba de tres partes: los aspectos generales, donde las preguntas son puntuales y están orientadas a conocer información sobre los participantes como nombre, institución donde laboran, cargo y funciones que desempeñan, así como tiempo en el cargo. Igualmente, se indagó sobre el nivel de formación. Las otras dos partes de la encuesta están relacionadas con la opinión que generan los conceptos de Usos múltiples del agua y la utilidad que proporciona el trabajo en Alianza, estas preguntas fueron abiertas para permitirle a los encuestados expresar libremente sus comentarios. La encuesta fue contestada por 34 personas.

La segunda encuesta consistió en realizar algunas preguntas que fueron enviadas por correo electrónico. Con ellas se averiguó sobre aspectos que permitieron evaluar la evolución de la Alianza para el aprendizaje. Se preguntó sobre el antes y el después de la participación en las actividades. Las preguntas fueron enviadas a personas que habían participado en más de dos reuniones. Esta encuesta fue contestada por seis personas, curiosamente las que participaron de manera constante durante todo el proceso. El diseño de las preguntas y los formatos fue realizado por el grupo de trabajo del proyecto sobre uso múltiple del Instituto Cinara en combinación con los coordinadores del proyecto internacional.

La utilización de la información recopilada en las encuestas consistió en el procesamiento de las preguntas puntuales y de la reunión de respuestas similares en el caso de las preguntas abiertas. Además fue preciso complementar este documento con la información de los asistentes a las reuniones y los contenidos de las mismas.

---

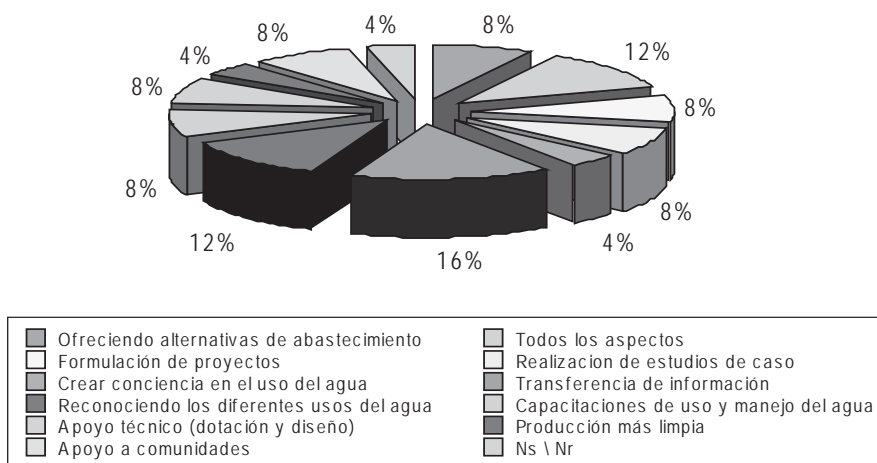
## CAMBIO DE PARADIGMA

Antes de su participación en la Alianza para el aprendizaje, los funcionarios consideraban que el comportamiento de las comunidades rurales era similar al de los habitantes urbanos, que las actividades en las viviendas eran iguales y que el uso del agua en esas zonas era exclusivamente para el consumo doméstico tradicional, desconociendo la realización de actividades productivas demandantes de agua en las viviendas. Además, no se creía necesario considerar fuentes alternativas de agua o tecnologías más eficientes, ya que era inimaginable la escasez del recurso hídrico y la dificultad para el acceso de algunas comunidades debido a los costos que representa el agua entubada. De igual forma, los miembros del grupo consideraban que el agua usada en las zonas rurales en las plantas y los animales era un desperdicio.

Con el trabajo realizado en las reuniones y visitas de campo, los participantes se han creado apreciaciones en torno a los usos múltiples del agua, relacionadas con la variedad de actividades realizadas en la zona rural, con el uso eficiente del agua y de forma indirecta, con las tecnologías que permiten suministrar agua para diferentes actividades. Todos los participantes, de una u otra forma, ahora prevén la posibilidad de que los sistemas de abastecimiento sean concebidos de tal manera que permitan el suministro de agua para múltiples actividades y que para esto deben tenerse en cuenta las características de la calidad de agua que demanda cada actividad y considerar las tecnologías existentes, las nuevas alternativas y las posibles fuentes. Además, se asimilan las actividades productivas de pequeña escala como equivalentes a actividades urbanas reconocidas técnicamente tales como el riego de jardines, el lavado de autos y el uso de máquinas lavadoras. Sin embargo, debe resaltarse que estas apreciaciones se crearon gracias al interés de las personas participantes, a la apertura para reconocer nuevos conceptos y a la contundencia de los casos presentados. El grupo mantuvo concentrado el interés de participación y contribuyó con la difusión de la información, los conceptos y resultados hacia otras personas que aunque no participaron del proceso fueron informados por sus compañeros y amigos.

Ahora los participantes tienen una mirada más integral del recurso hídrico, consideran la importancia de enfrentar los problemas relacionados con el agua desde diferentes perspectivas, creen importante la intervención de las instituciones, pero también la sensibilización de las comunidades. Consideran primordial, no sólo mirar las fuentes y tecnologías convencionales para el suministro del agua, sino también suponer otras alternativas y diversos tipos de fuentes. En la figura 5.1 se pueden observar las recomendaciones de los miembros del grupo para divulgar en los profesionales del sector y las mismas comunidades los conceptos asociados con los usos múltiples del agua.

### Aspectos de incorporación de MUS



*Figura 5.1 Aspectos a incorporar para la institucionalización del concepto de usos múltiples del agua.*

Con la sensibilización de los actores participantes se generaron inquietudes que deben resolverse. Entre ellas, hay cuestionamientos por la forma como se normatizan las zonas urbanas y rurales de la misma forma, sin considerar las diferencias contextuales de cada una. Como intento de solución a cuestionamientos como este, se formularon propuestas, con las cuales se espera permear las políticas y las normas del sector económico y de agua y saneamiento.

En la permeabilización de las políticas institucionales han estado concentradas las dificultades para la introducción de los conceptos de usos múltiples del agua. Los participantes en las reuniones y miembros de la Alianza son en su mayoría funcionarios de nivel medio que ejecutan las acciones tendientes a contribuir con el mejoramiento del acceso al agua, pero sólo unos pocos de ellos tienen el poder de influenciar las políticas y normas que permitirían a otros funcionarios tomar acciones para permitir, por la vía de la legalidad, el acceso al agua para las actividades productivas de pequeña escala en las comunidades rurales. Sin el concurso de los tomadores de decisiones y formuladores de políticas no es posible un cambio trascendental, por lo tanto cada funcionario y trabajador sensibilizado debe contribuir, desde sus capacidades, a lograr cambios. Los miembros del grupo reconocen la dificultad que esto puede implicar, sin embargo, aunque en este sentido se avanza a pasos lentos, se cuenta con la certeza de que se está avanzando. La principal prueba de esto se

observa en el PAAR, cuya coordinadora en el tiempo de ejecución del proyecto sobre uso múltiple participó activamente de las discusiones y tuvo en cuenta las prácticas de las zonas rurales para el diseño de los sistemas de abastecimiento en los que el programa intervino.

En consecuencia, el impacto del proyecto sobre uso múltiple en Colombia ha sido principalmente en personas más que en instituciones, sin embargo, para mejorar esta situación los miembros de la Alianza para el aprendizaje sugirieron acciones que podrían ayudar a influenciar las instituciones –lo que se llama institucionalización del conocimiento (ver figura 5.2)–. De acuerdo con el modelo de transferencia de tecnología *Diálogo de saberes*, aplicado en el proyecto, era la situación esperada, aunque se hicieron acciones para influenciar el nivel nacional, responsable de normas y política. Por ejemplo, la Viceministra de Agua Potable y Saneamiento de Colombia fue invitada como panelista para la sesión sobre usos múltiples del agua realizada en el IV Foro Mundial de México. Adicionalmente, se tuvo una reunión con este Viceministerio, propiciada por la Viceministra, con el cuerpo técnico a cargo de la normatividad técnica que se está proponiendo para las zonas rurales.

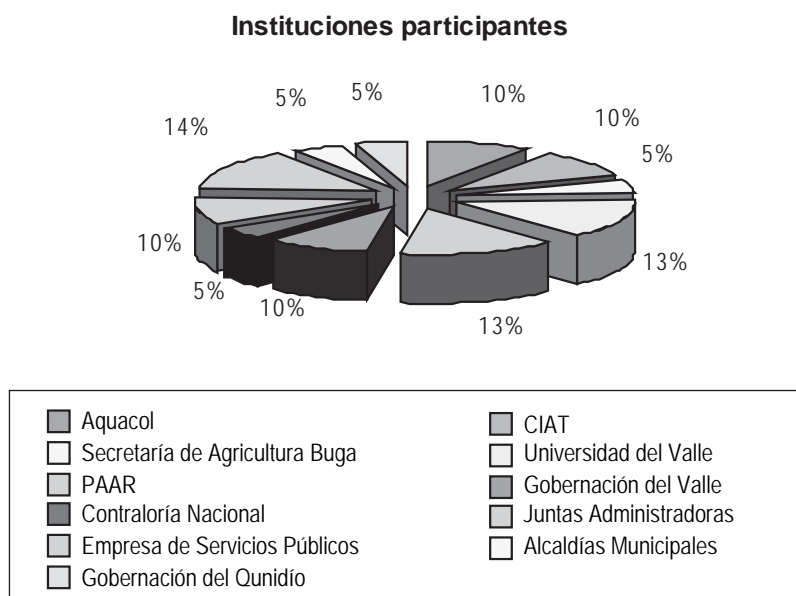


*Figura 5.2 Estrategias sugeridas para institucionalizar el concepto de usos múltiples del agua*



## PARTICIPANTES

Las organizaciones que conformaron el grupo de Alianza para el Aprendizaje del proyecto sobre usos múltiples distribuyeron su participación como lo muestra la figura 5.3, en donde se puede observar, proporcionalmente, la cantidad de participantes de las instituciones que mayor continuidad tuvieron. Además de la interinstitucionalidad que tuvo el grupo, mantuvo diferentes niveles de capacitación, hubo profesionales, estudiantes, técnicos y expertos en diversas áreas y labores. Se contó con la participación de ingenieros sanitarios, civiles, agrícolas, educadores, trabajadores sociales, economistas y personas que, aunque no tienen un título profesional, son expertos en administración y manejo de sistemas de abastecimiento rurales. También hubo una masiva participación de estudiantes universitarios en niveles técnicos y profesionales de estas y otras disciplinas. Los miembros del grupo realizan variados tipos de tareas en su vida laboral y tienen diferentes niveles de experiencia en el desarrollo de su labor, algunos adelantan tareas académicas y de investigación, otros formulan proyectos, diseñan sistemas de abastecimiento, asesoran comunidades o administran sistemas, lo que permitió conocer diversos puntos de vista y considerar aportes desde diferentes niveles e intereses para hacer propuestas a las políticas del sector y formular lineamientos de diseño y administración de sistemas para usos múltiples del agua.



*Figura 5.3 Instituciones con mayor permanencia en las Alianzas para el Aprendizaje.*



La evolución de la participación de funcionarios de diferentes instituciones es notable. En la figura 5.4 se puede observar la participación de las instituciones y en la evolución de la red social, desde el punto de vista del Instituto Cinara.

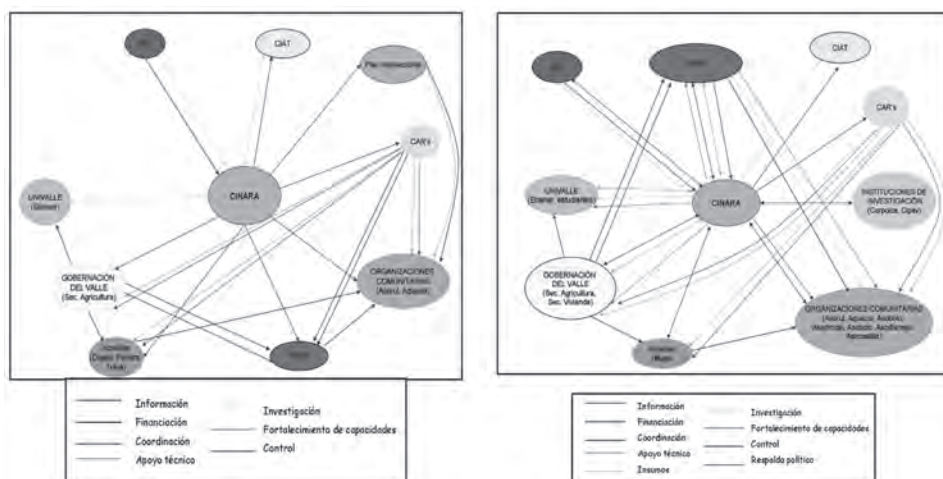


Figura 5.4 Evolución de la red social.

Se resaltan otros beneficios obtenidos de la participación continua de los miembros en la Alianza para el aprendizaje en el proceso. Estos se concentran en la generación de espacios para compartir experiencias, conocer personas con diferentes niveles de conocimiento, generación de confianza en el grupo y oportunidades para adquirir nuevos conocimientos en lo que podría considerarse un proceso de formación.

Sin embargo, para desarrollar procesos como el de Alianzas para el aprendizaje se requieren recursos para sufragar los gastos que esto implica. El presupuesto del proyecto sobre uso múltiple para Colombia financió los gastos asociados con las actividades, tales como pago de los lugares reunión, materiales para entregar y alimentación de los participantes además de contribuir con el pago del personal que coordinó y organizó las actividades. Así mismo, gracias al interés de algunas instituciones se obtuvieron recursos a manera de contrapartidas que apoyaron la realización de algunas actividades (apoyo a estudiantes y hospedaje). Aunque la suma de los recursos no suele ser alta debe tenerse en cuenta que deben cumplirse unas condiciones mínimas de comodidad para obtener de los participantes un mejor nivel de productividad, más aportes y armonía para una participación más amena. De igual forma, el proyecto cubrió los costos asociados con las salidas de campo cuyo rubro más significativo es el transporte. Sin recursos no sería posible adelantar este tipo de actividades.

---

La estrategia de Alianza para el aprendizaje es un proceso lento y requiere continuidad de tal forma que con el tiempo los impactos puedan medirse. En el caso de la Alianza para el aprendizaje del proyecto sobre uso múltiple, cuando éste finalizó contractualmente, las actividades de la Alianza del Valle del Cauca fueron asumidas por otro proyecto, que continuó con esta estrategia y fortaleció el grupo, ahora extendiendo el tema a la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. En tres reuniones adicionales que la Alianza ha tenido hasta el 2009 se ha intensificado la participación de quienes se involucraron desde el comienzo y se ha logrado incentivar la participación de funcionarios de instituciones trascendentales para el tema que antes no participaban, como es el caso de funcionarios de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC).

## CONCLUSIONES

El proyecto internacional contrató una evaluación de la Alianza para Aprendizaje en Colombia y una evaluación general de la estrategia de Alianzas para el aprendizaje. Las principales conclusiones de estas evaluaciones fueron (CPWF, 2006):

- No lograron un cambio en política a nivel nacional pero se generó un debate sobre la necesidad de revisar la legislación actual e incluir el uso múltiple del agua en leyes futuras.
- La Alianza para el aprendizaje contó con la participación de personas de alto nivel, con alto perfil profesional y mucho tiempo de experiencia en su labor, sin embargo, no contó con la participación de muchos tomadores de decisiones a nivel nacional. Por lo tanto, se espera que los participantes representantes de entidades públicas, puedan influir en los tomadores de decisiones y en quienes formulan la política.
- En las actividades de Alianza para el aprendizaje se introdujeron las razones por las cuales se debe incluir el concepto de uso múltiple del agua, sin embargo, no fue posible conocer de hecho la forma de hacerlo a través de sitios de demostración.
- Los participantes en la Alianza para el aprendizaje reconocieron la importancia de este nuevo conocimiento, ya que les permitió crecer profesionalmente, y darse herramientas para desarrollar de manera más efectiva su trabajo. El proyecto sobre uso múltiple generó nuevas aproximaciones, métodos e insumos para el accionar cotidiano. Esto se ve reflejado en la aplicación, en algunas organizaciones, de la metodología propuesta por el proyecto.
- Para lograr cambios, el proceso de Alianza para el aprendizaje debe ser continuo, para lo cual debe haber compromiso y voluntad por parte del grupo para continuar y así lograr no sólo cambios en la política sino también generar innovaciones tecnológicas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

CPWF, Challenge Programme on Water and Food (2006). Draft—Evaluation of the impacts of the Project MUS / PN28.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

## ANÁLISIS DE LAS INTERVENCIONES REALIZADAS POR EL PAAR DESDE LA PERSPECTIVA DE USOS MÚLTIPLES DEL AGUA

*Silvia Milena Corrales<sup>10</sup> e Isabel Cristina Domínguez<sup>11</sup>*

El Programa de Abastecimiento de Agua para la Zona Rural del Valle del Cauca (PAAR) surgió en el año 2003 como resultado de las metas propuestas en el Plan de Desarrollo del gobierno departamental del Valle del Cauca para el período 2003-2007, en respuesta al rezago en servicios públicos que presentaba la zona rural en relación con las ciudades. Las entidades participantes fueron la Gobernación del Valle del Cauca; la CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle; Acuavalle S.A. –ESP, y las alcaldías municipales de los 42 municipios del Departamento, el Instituto Cinara realizó el diagnóstico y el Comité Departamental de Cafeteros, entidad gremial privada sin ánimo de lucro, fue durante el período 2003–2007 la entidad ejecutora del programa, en lo que podría constituirse como una primera fase. La segunda fase actualmente es ejecutada por Acuavalle SA ESP, entidad que administra los servicios de agua de 33 ciudades del Valle del Cauca.

El propósito del PAAR era contribuir con el desarrollo de la región y el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de las zonas rurales del Departamento. Se estableció que este desarrollo requería impulsar las actividades sociales y económicas que en gran parte dependen de la vocación agrícola de la región, lo que implica contar con el agua, motor del desarrollo e impulsor de la permanencia de los habitantes en las zonas rurales y del aprovechamiento de la tierra. Para el cumplimiento de los propósitos mencionados, el eje del programa fue el diseño, construcción o adecuación de acueductos rurales. El cuadro 6.1 muestra las fases generales del ciclo de proyecto del programa.

---

<sup>10</sup> Economista, grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

<sup>11</sup> Ingeniera Sanitaria, grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

---

### Cuadro 6.1 Ciclo del proyecto del PAAR

- *Estudio de Viabilidad: Mediante criterios sociales, técnicos y económicos se establecen aspectos de sostenibilidad del proyecto. Las consideraciones de mayor importancia eran la disponibilidad de una fuente con cantidad y calidad confiable, interés y cohesión de la comunidad a intervenir y relación costo-beneficio.*
- *Socialización del proyecto: busca la aceptación del proyecto por parte de la comunidad. Se presenta el programa y las actividades a desarrollar. La comunidad accede al aporte de mano de obra y la instalación de micromedidores en las viviendas, se elabora y firma un acta que incluye las actividades a realizar para la construcción del sistema.*
- *Conformación de la veeduría comunitaria: se conforma un Comité Veedor para el acompañamiento del proceso, integrado por miembros de la comunidad elegidos democráticamente.*
- *Diseño y construcción: incluye levantamiento topográfico, diseño y socialización del mismo con la comunidad, entrega de planos del sistema al Comité Veedor y construcción de las estructuras diseñadas, preentrega, y correcciones en caso de que se requiera.*
- *Fortalecimiento comunitario y desarrollo institucional: se organiza y capacita la organización comunitaria que va a manejar el sistema, mediante entrenamientos en administración de servicios, contabilidad, cálculo de tarifas, formulación y aprobación de estatutos, operación y mantenimiento de sistemas y uso eficiente de agua. Las actividades dependen del nivel encontrado en la comunidad*
- *Seguimiento y evaluación: entre tres y seis meses luego de finalizado el proyecto se realizan supervisiones del funcionamiento de las estructuras construidas, las labores de operación y mantenimiento, el desempeño de las organizaciones comunitarias que administran los sistemas y la participación comunitaria alrededor del mismo.*

### RESULTADOS DEL PROGRAMA

Entre 2003 y 2006 el PAAR intervino en 29 de los 42 municipios del Valle del Cauca, especialmente en las zonas centro y norte del Departamento. Tuluá fue el municipio con mayor participación (25% de los proyectos ejecutados). En el 79% de los municipios beneficiarios se construyeron entre uno y tres sistemas. En la figura 6.1 se presenta el mapa del Departamento del Valle del Cauca con los municipios en los cuales se han realizado obras y la cantidad de proyectos ejecutados.



*Figura 6.1 Municipios donde se ejecutaron proyectos del PAAR. 2003-2006.*

La mayoría de las poblaciones beneficiadas están ubicadas en zona de ladera, el 60% en sitios con alturas promedio entre 1200 y 1600 msnm, 92% tienen temperaturas entre 15 y 25°C, y en 57% de los casos, las precipitaciones se ubicaron entre los 1000 y 1200 mm al año. El 95% de los proyectos fueron ejecutados en poblaciones con menos de 2500 habitantes, lo que corresponde en el Reglamento del Sector Agua y Saneamiento de Colombia – RAS2000 a localidades con nivel de complejidad *bajo*. En el 8% de los casos se trabajó en poblaciones con menos de cincuenta habitantes. El 82% de los proyectos fueron adecuaciones a sistemas existentes, mientras 18% fueron sistemas nuevos. A diciembre de 2006, el programa tenía en operación 128 acueductos rurales y beneficiaba a más de 138.000 personas (URL 1).

#### **ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE USOS MÚLTIPLES DEL AGUA**

Se recopiló información consignada en las memorias técnicas y sociales de 92 de los proyectos ejecutados entre 2003 y 2006. Esta información fue sistematizada y analizada considerando la forma en que el uso del agua para las actividades de sustento fue abordado en el programa, la manera en que los proyectos ejecutados consideraron aspectos relacionados con la sostenibilidad en el uso del recurso hídrico, la tecnología y calidad del agua abastecida para múltiples usos y la forma de financiación de los proyectos ejecutados (Cinara, 2006; Cinara, 2007, PAAR, 2003-2006).

---

## **AGUA PARA LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS**

### **Actividades de sustento**

Aunque el PAAR no realizaba en su diagnóstico inicial de la localidad intervenida un censo de actividades productivas de la comunidad, se identificaban a través de entrevistas con líderes comunitarios los principales medios de sustento de cada población. En 100% de los proyectos se reportaron actividades agropecuarias. En 77% cultivo de café, generalmente combinado con plátano y cítricos. Hubo presencia importante de hortalizas, frijol, maíz y yuca. En 67% de los proyectos se reportó la presencia de animales para autoconsumo y en algunos casos ganado o crianza de cerdos.

En el 18% de las localidades, la población obtenía sus ingresos trabajando en ciudades cercanas, microempresas de confecciones, fabricación de ladrillo, extracción de arena o minería. En 32% de los proyectos se ubicaron como actividades generadoras de ingreso, el trabajo en agroindustrias relacionadas con la caña de azúcar, sorgo, millo, soya y cultivos comerciales de pino.

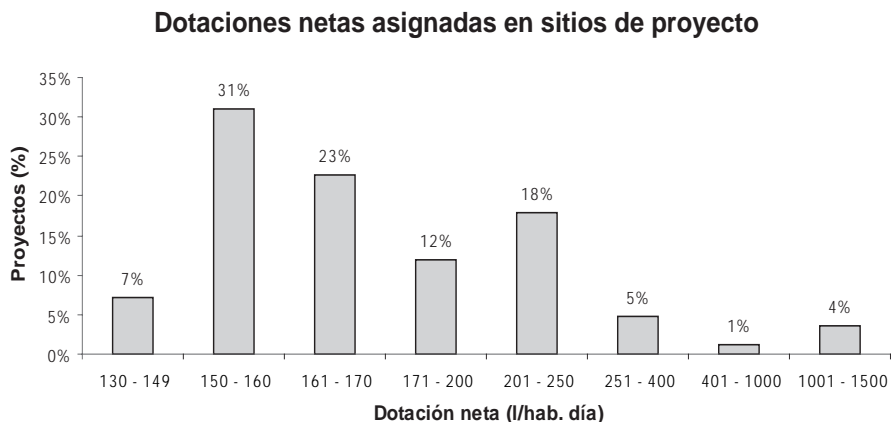
### **Usos del agua**

El 100% de los diagnósticos sociales reportaron en las viviendas actividades de sustento basadas en el agua. En 32% de las memorias técnicas había referencia específica a los usos del agua, donde se listaba uso doméstico, beneficio de café, riego de pequeños cultivos y mantenimiento de animales.

### **Dotaciones asignadas**

Se utilizaron principalmente los parámetros del RAS para la asignación de dotaciones. En 31% de los proyectos estudiados se empleó el valor guía de 150 l/hab. día para poblaciones con nivel de complejidad bajo. En 23% de los casos la dotación se incrementó a 170 l/hab. día, a través de un factor posibilitado por el RAS, que consiste en añadir un 10% de la dotación mínima como corrección por clima, en sitios con temperaturas entre 20 y 28°C. Otros diseñadores incorporaron en la dotación, la cantidad de agua necesaria para beneficiar 1 arroba de café, y mantener algunos animales como gallinas, cerdos y vacas. En otras memorias se introdujo dentro del cálculo del caudal medio diario (Qmd) un volumen de agua para riego y bebida de ganado. En la figura 6.2 se presenta la dotación adoptada por el Programa. Se anota que la adopción de dotaciones “fuera de la norma” (mayores a 200 l/hab. día) ocurrió para el 28% de los proyectos estudiados, generalmente bajo condiciones favorables de cantidad de agua en las fuentes abastecedoras. En 7% de los proyectos se asignó la dotación mínima sugerida, por escasez de agua en las fuentes posibles.





*Figura 6.2 Dotación neta asignada en los proyectos PAAR.*

### **Legalidad de los usos productivos**

Se observó que los usos productivos del agua se desestimulaban en los estatutos de los sistemas. Mientras estos usos se reconocían explícitamente en 34% diagnósticos y luego en 16% de los diseños, únicamente eran tenidos en cuenta en 5% de los estatutos de los acueductos diseñados.

### **USO SOSTENIBLE DEL RECURSO**

*Fuentes empleadas:* El PAAR consideró las aguas superficiales como principales opciones para el abastecimiento. En el 86% de los proyectos estudiados las fuentes fueron quebradas o ríos. En 23% de los proyectos se recurrió al uso de entre dos y cuatro quebradas. En ninguno de estos casos se consideraron alternativas complementarias como el aprovechamiento de aguas lluvias o el reuso.

#### **Información sobre las fuentes**

Únicamente se reportó información relacionada con caudales de las fuentes en el 53% de los casos. De este 53%, la mayoría se trataba de aforos puntuales para el propósito de los proyectos o de información suministrada por personas de la comunidad.

Hubo poco énfasis en la evaluación de la calidad del agua abastecida. Se ejecutaron análisis de calidad de agua únicamente para el 41% de los proyectos, lo que representa el 29% de las fuentes, pues muchos de los sistemas utilizan más de una fuente para el abastecimiento. Estos datos también eran puntuales, tomados para el diseño o a partir de información suministrada por la Secretaría de Salud Departamental. De la información disponible sobre calidad de agua, se observó que el 79% de las fuentes presentaba contaminación con coliformes totales y fecales. Una menor proporción de problemas de calidad se relacionaba con parámetros como turbiedad, color, pH, manganeso y hierro.

---

### **Concesiones de agua**

Sólo el 15% de los sistemas contaba con concesión de agua expedida por autoridad ambiental. Las comunidades hacían uso de estas fuentes desde hacía muchos años y su disposición a tramitar los derechos para *legalizar* el uso era baja.

### **Caudales ambientales**

En 5% de los proyectos se extrajo la totalidad del agua disponible en el curso abastecedor. En las memorias de diseño se observó que los caudales ambientales no eran parte de las consideraciones en la práctica del programa, pues no había referencias sobre este aspecto.

### **Micromedición**

En la totalidad de los proyectos ejecutados se instalaron micromedidores en todas las viviendas usuarias, ya que esto era un requisito, desde la etapa de viabilidad, para que una comunidad se beneficiara con el programa.

### **Educación**

Dentro del fortalecimiento de la comunidad se incluía su capacitación en talleres sobre uso eficiente del agua, para identificar las formas de uso, aspectos a mejorar, y formular planes de acción en uso eficiente del recurso con alternativas propuestas directamente por los usuarios.

### **Manejo de aguas residuales**

El 8% de las localidades contaba con alcantarillado y tratamiento empleando métodos naturales. En contraste, en el 79% existían soluciones individuales, con baja cobertura como pozos sépticos, hoyos negros, disposición a campo abierto o descarga directa a fuentes.

### **TECNOLOGÍA APROPIADA**

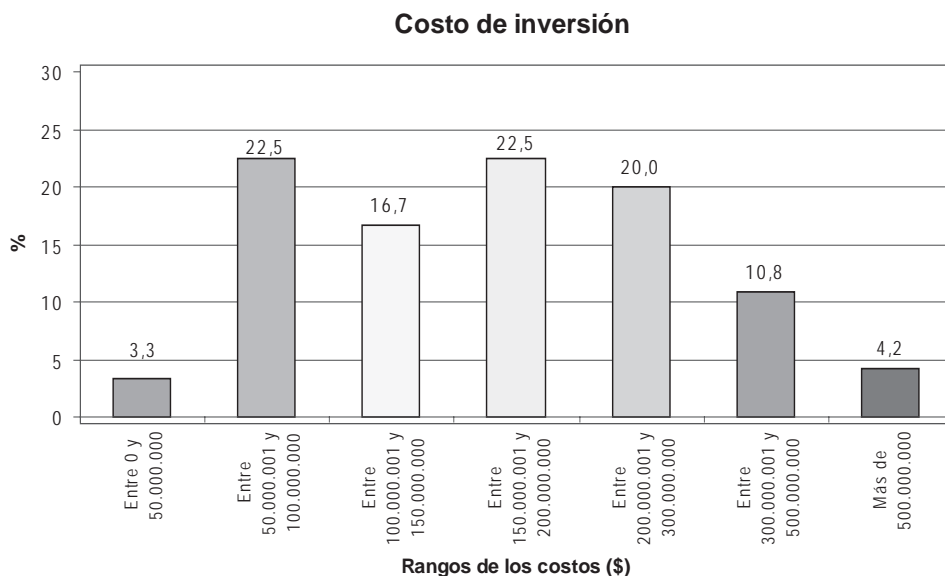
El programa diseñaba y construía principalmente sistemas de abasto colectivo por gravedad, constituidos de bocatoma(s), desarenador(es), conducción(es), tanque de almacenamiento y red de distribución. En los sistemas por bombeo, se proyectaron pozos profundos, bomba, tanque de almacenamiento y red de distribución. En dos de los 92 proyectos revisados el agua entregada contaba con planta de potabilización con tecnología FiME (Filtración en Múltiples Etapas). Las adecuaciones a sistemas existentes consistían en mejoramiento de unidades como bocatomas, desarenadores, cambio de tuberías, conexión de nuevos usuarios, entre otros. Al ser los proyectos en su mayoría adecuaciones, las localidades ya contaban con

experiencia y familiaridad sobre los sistemas y al complementar esto con capacitación en operación y mantenimiento se facilitó la apropiación de lo construido por parte de la población beneficiaria. Las intervenciones estuvieron centradas en el suministro de agua en cantidad y no se presentaron opciones para el manejo del riesgo sanitario que representaba la calidad del agua.

## ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

### Costo de las intervenciones

El monto de las intervenciones varió según el tipo de proyecto de adecuación o sistema nuevo y su magnitud, relacionada con las condiciones geográficas de la zona, número de usuarios y tipo de estructuras a intervenir. Los fondos provenían de la Gobernación del Valle y los municipios que destinaron recursos del Sistema general de participaciones; la CVC con dinero del Plan de gestión ambiental regional y el Plan de acción trienal; el Comité Departamental de Cafeteros y Acuavalle desde sus utilidades. Hasta el 2005, las instituciones aportaban el 75% del costo total de la obra y las administraciones municipales el 25% restante. La figura 6.3 muestra los rangos de los montos de inversión realizados por el PAAR.



*Figura 6.3 Inversiones del PAAR.*

---

## **Tarifas**

Se calculaban a partir de los costos aproximados de administración, operación y mantenimiento, ajustándose a la capacidad de pago detectada en la localidad. En comunidades con bajos ingresos, la tarifa se reducía a su mínima expresión. Las tarifas se componían de cargo fijo y por consumo, al estar asociadas a la medición del agua. Se plantearon algunas tarifas donde no había diferencia entre el valor para el consumo básico y complementario, o entre el consumo complementario y suntuario. Se encontraron casos en los que se establecieron tarifas únicas, generalmente, en localidades con conflictos de orden público. Para el 74% de los casos la tarifa básica se encontraba entre \$2.500-5.000. Previo al programa, en 64% de localidades no había cultura de pago.

## **Derechos de conexión**

En un poco más del 60% de los casos este valor no superaba un salario mínimo mensual legal vigente. En unas pocas localidades el cobro por tener derecho a la conexión era hasta de cinco SMMLV.

## **Intervención social**

Incluía la socialización del programa en la comunidad beneficiaria, talleres sobre aspectos técnicos y capacitación sobre uso del agua, cuidado del ambiente, conformación o fortalecimiento de una organización para el manejo del sistema, cálculo de tarifas y operación y mantenimiento. Se encontró que las comunidades tenían diversos niveles organizativos. Algunas tenían líderes reconocidos (41%), en otras los líderes detectados no tenían suficiente capacidad de gestión (21%). En algunas comunidades había conflictos entre sus miembros debido a intereses particulares. Otras no reflejaban tener algún nivel organizativo (21%) y las comunidades organizadas también diferirían entre la legalidad o ilegalidad de la organización encargada de la administración del sistema.

El nivel de aceptación del programa fue diferente en las comunidades. Algunas lo aceptaron desde el inicio (62%), y otras estuvieron renuentes en las etapas iniciales, reflejando temor ante la medición, los costos, o por intereses personales (38%). Hubo presencia de grupos al margen de la ley, cuya razón de oposición fue la instalación de medidores para controlar el uso del agua (11%). La orientación de la intervención variaba de acuerdo a la situación encontrada.

Como resultado del trabajo social se fortalecieron o crearon organizaciones para el manejo de los sistemas de abastecimiento. En 43% de las comunidades se conformó una asociación de usuarios, en 33% la operación se dejó en cabeza de las juntas de acción comunal y 24% se crearon juntas administradoras de acueductos.

---

## CONCLUSIONES

La participación de algunos municipios se limitó por el control que algunas administraciones municipales preferían tener sobre los recursos para invertir en agua y saneamiento, considerado una herramienta para la obtención de réditos electorales en muchas poblaciones rurales. El otro aspecto limitante en algunas zonas fue la presencia de actores armados al margen de la ley.

El programa desarrolló un conocimiento importante sobre la zona rural, las demandas de agua para actividades diferentes a las domésticas, y la importancia de considerar dichas demandas para evitar el colapso de los sistemas. Esto se reflejó en los diagnósticos sociales y los diseños. Sin embargo, fue desconocido en la práctica administrativa, pues los usos para actividades de sustento se desestimularon, con tendencia a la penalización en los estatutos formulados. Por tanto, aunque los sistemas eran diseñados para uso múltiple, los usos productivos continuaron siendo ilegales.

La información sobre el comportamiento de las fuentes fue escasa. La planificación de los sistemas se hizo con incertidumbre frente a la disponibilidad real de agua, las variaciones estacionales de estas corrientes, sus caudales máximos, medios y mínimos, lo que de alguna manera puede dar lugar a sistemas vulnerables.

Si bien el programa buscó la manera de que las organizaciones comunitarias obtuvieran las concesiones de agua requeridas para el aprovechamiento del recurso, en muchos casos esto no fue posible, lo que constituye un impedimento al uso sostenible del recurso, dificulta su administración a nivel de cuenca, y puede dar lugar a conflictos entre usuarios, especialmente en cuencas con poca oferta hídrica y elevada demanda de agua. Por otra parte, la autoridad ambiental (CVC) desconoce los usos productivos del agua de pequeña escala en los acueductos rurales y otorga concesiones para uso exclusivamente doméstico en el caso de los acueductos. Por esto, aunque se obtenga la concesión, los usos productivos del agua siguen siendo ilegales, lo que constituye otra fuente potencial de conflictos. En la primera fase del programa, las consideraciones de tipo ambiental fueron escasas. Esto evidencia una falta de coordinación con la autoridad ambiental, uno de los principales financiadores del PAAR.

El PAAR al mejorar el acceso al agua en las comunidades pudo agravar situaciones de manejo de las aguas residuales, situación que es abordada por los entes responsables bajo otros programas y estrategias, uno de ellos es el programa *Sanear* de la CVC. Solucionar ambas necesidades de manera independiente resulta en el desaprovechamiento de los procesos desarrollados en las comunidades y genera ineficiencias en la ejecución de los recursos.

---

Enfoques más holísticos favorecerían también, el aprovechamiento de fuentes de agua alternativas, que contribuirían a reducir la presión sobre los recursos hídricos. Se observó en varias de las intervenciones, el uso de hasta cuatro quebradas para garantizar las dotaciones demandadas. Esto ocurre porque las soluciones adoptadas por el programa están prácticamente predefinidas, reflejo de la rigidez de la reglamentación existente en el país, que limita la aplicación de ideas novedosas y opciones fuera de los paradigmas existentes.

El suministro de agua cruda en cantidad suficiente tiene efectos notables en el mejoramiento de la calidad de vida y la salud de los beneficiarios del programa. Adicionalmente, contar con agua para el desarrollo de actividades productivas, fuente de ingresos, contribuye con la reducción de la pobreza. Sin embargo, el deterioro de las fuentes de agua para abastecimiento, reflejado en la baja calidad microbiológica, urge mayor énfasis en el mejoramiento de la calidad del agua en la vivienda. Esto implica abordar soluciones menos convencionales y fortalecer la educación a los usuarios, incluyendo temas de higiene y protección de la calidad del agua desde la captación hasta el usuario final.

Particularmente, el PAAR recomendó un cobro mínimo por determinada cantidad de agua, que en la mayoría de los proyectos, fue lo equivalente a consumir 20 m<sup>3</sup>, es decir, aunque hubiera usuarios con consumos inferiores a éste, el cobro se hacía a partir de este consumo. Habría sido más equitativo recomendar el cobro de un cargo fijo y un cargo por consumo, tal como lo indica la CRA, Comisión de Regulación de Agua y Saneamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- CINARA (2006). El ciclo del proyecto del PAAR: una mirada bajo la perspectiva de los usos múltiples del agua. Proyecto Usos múltiples del agua como una estrategia para reducir la pobreza. Universidad del Valle. Colombia
- CINARA (2007). Análisis de las intervenciones realizadas por el programa PAAR desde la perspectiva de usos múltiples del agua. Proyecto Usos múltiples del agua como una estrategia para reducir la pobreza. Universidad del Valle. Colombia
- PAAR, Programa de abastecimiento de agua para la zona rural del Valle del Cauca (2003-2006). Memorias técnicas y sociales de los proyectos de abastecimiento de agua en 92 municipios del Valle del Cauca. Gobernación del Departamento del Valle del Cauca, CVC, Acuavalle, Comité Departamental de Cafeteros. Colombia.

### Internet

URL 1 <http://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones.php?id=1638>

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**



## LA PALMA-TRES PUERTAS: UN ACUEDUCTO DE USO MÚLTIPLE

*Silvia Milena Corrales<sup>12</sup> e Isabel Cristina Domínguez<sup>13</sup>*

El acueducto La Palma-Tres Puertas sirve a los corregimientos de La Palma y Tres Puertas, que se componen de las veredas La Palma, Tres Puertas, Colegurre, Buenvivir, Chontaduro, Venta Quemada y Monterredondo, pertenecientes al área rural del municipio de Restrepo (Valle del Cauca, Colombia). La zona ocupa una superficie cercana a las 1.551 ha, caracterizada por ser territorio montañoso, con altura promedio de 1.400 msnm y temperatura de 18°C; cuenta con un régimen de lluvias bimodal con precipitación promedio de 1.070 mm/año (mínimo 800 mm/año) y una tasa de evaporación de 87,38 mm/mes. En la figura 7.1 se muestra la localización de la zona de estudio.



*Figura 7.1 Localización del acueducto de La Palma-Tres Puertas (Restrepo, Valle del Cauca).*

<sup>12</sup> Economista, grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

<sup>13</sup> Ingeniera Sanitaria, grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

---

Las veredas abastecidas por el acueducto presentan precariedad en la prestación de los servicios públicos. El acueducto tiene una cobertura de 100%, pero el agua suministrada carece de tratamiento y se presentan problemas de calidad, notorios para la comunidad en época de lluvia. Las quebradas y pequeñas fuentes superficiales existentes en la zona son receptoras de las descargas de aguas residuales de las viviendas, aunque se estima que alrededor de un 40% cuentan con tanque séptico. El servicio de energía eléctrica es prestado por la Empresa de Energía del Pacífico SA ESP (EPSA) con cubrimiento cercano al 100%. No hay servicio de recolección de basura, los habitantes recurren a la quema, entierro de desechos o la descarga directa a fuentes de agua (Municipio de Restrepo, 2005).

El sistema de abastecimiento de agua fue construido hace más de 30 años por el Comité Departamental de Cafeteros del Valle, proyectado para abastecer 150 usuarios desde la quebrada La Tobón. Hace 30 años, los acueductos del Comité de Cafeteros eran diseñados para el aprovechamiento del café y los usos domésticos de las familias, aunque tenían restricciones para que el agua fuera usada por las mujeres para sus pequeñas actividades productivas. No existía normatividad técnica, ni leyes para la prestación de servicios públicos domiciliarios. Era entonces un acueducto de uso múltiple por diseño, a pesar de las limitaciones para las mujeres.

Con el transcurso de los años y el aumento de la población, la continuidad del servicio se redujo a cada 4 días. Además, en 1994 se expidió la reglamentación para la prestación de los servicios públicos domiciliarios, que llevó al Comité Departamental de Cafeteros del Valle a entregar los sistemas a las comunidades. Los entes de base comunitaria, que cumplen la reglamentación vigente, prestan ahora el servicio de abastecimiento de agua. En el año 2004, con recursos del PAAR, programa de abastecimiento de agua rural del Valle del Cauca, se construyó una nueva inyección de agua desde la quebrada Sinaí, que ha permitido incrementar el suministro a cada 2 días, a los hoy 400 suscriptores, sin lograr aún una continuidad de 24 horas. Hoy los beneficiarios son aproximadamente 1.800 personas con un promedio de cuatro o cinco personas por vivienda.

## **METODOLOGÍA**

El estudio tuvo como objeto reconocer el acueducto de La Palma-Tres Puertas como sistema de abastecimiento de agua para uso múltiple y analizar cómo se reflejan estos usos en las formas de sustento de la comunidad y la sostenibilidad del sistema. Las preguntas de la investigación fueron: ¿Qué uso da la gente al agua? ¿Cuánto usa para cada actividad? ¿Cuál es la demanda con respecto a la oferta del acueducto? ¿Cómo se administra el sistema y qué tipo de problemas se tiene?

---

Se recolectó información primaria y secundaria. La información secundaria comprendió planes y estudios del municipio, planos existentes del acueducto y lecturas del último año de los micromedidores de los 400 usuarios del acueducto. La información primaria referente a generalidades del usuario y la vivienda, uso del agua para actividades domésticas y productivas, oferta hídrica, percepción sobre el recurso hídrico, infraestructura domiciliar, aspectos económicos y satisfacción con el funcionamiento del acueducto, fue recogida mediante encuestas a un número representativo de usuarios en las siete veredas de la zona. Jóvenes de la localidad fueron capacitados y aplicaron el instrumento de encuesta con supervisión del equipo de trabajo. También se realizaron entrevistas con actores claves como el presidente de la Junta Administradora del Acueducto, el Fontanero, Representantes del Concejo Municipal y del Programa PAAR. Adicionalmente, se hicieron estudios específicos a través de Trabajos de Grado de estudiantes de los programas de Economía e Ingeniería Agrícola de la Universidad del Valle. La información fue procesada y analizada para la preparación del caso de estudio, que ejemplifica temas de uso múltiple del agua para el nivel local.

## **RESULTADOS Y ANÁLISIS**

### **Recursos hídricos**

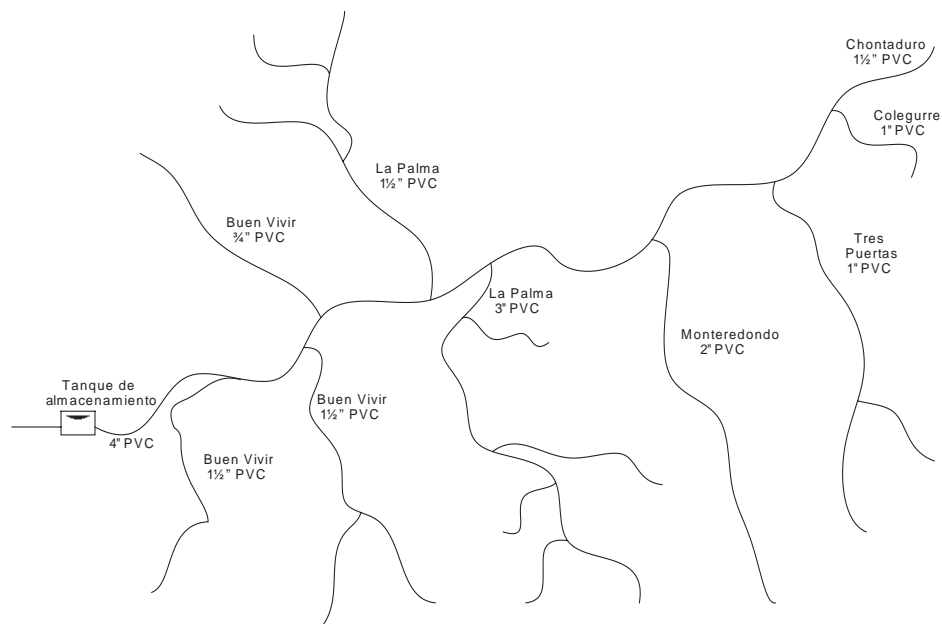
Los predios que atraviesa la quebrada La Tobón cuentan con aislamiento y vegetación natural protectora, mientras en inmediaciones de la quebrada Sinaí se encuentran extensos cultivos comerciales de pino y eucalipto hasta las márgenes de la fuente. La comunidad y el municipio no han podido negociar con la multinacional dueña de la tierra un acuerdo para dejar una margen protectora a la orilla de la quebrada. De acuerdo con la comunidad, el caudal aportado al acueducto por la quebrada La Tobón es de unos 5 lps y el aportado por la quebrada Sinaí de unos 3 lps.

Aunque el 60% de los encuestados saben de la existencia de las quebradas, sólo 30% las ha visitado alguna vez. Alrededor del 50% opina que el estado de las quebradas en términos de calidad y cantidad es regular. Cerca del 70% desconoce la existencia de instituciones que trabajen en la zona desempeñando labores de protección de fuentes, mientras que un 18% reconoce a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) como la entidad a cargo de la protección ambiental.

### **Sistema de abastecimiento de agua**

El acueducto está conformado por dos bocatomas y dos desarenadores, que traen el agua desde las dos quebradas. La conducción del acueducto antiguo, desde la quebrada La Tobón hasta el tanque de almacenamiento es de 4'' y aproximadamente 6 kms. La bocatoma y desarenador de la quebrada Sinaí tienen una conducción adicional en tubería de 4'' de diámetro en PVC y su longitud total es de 8 kms.

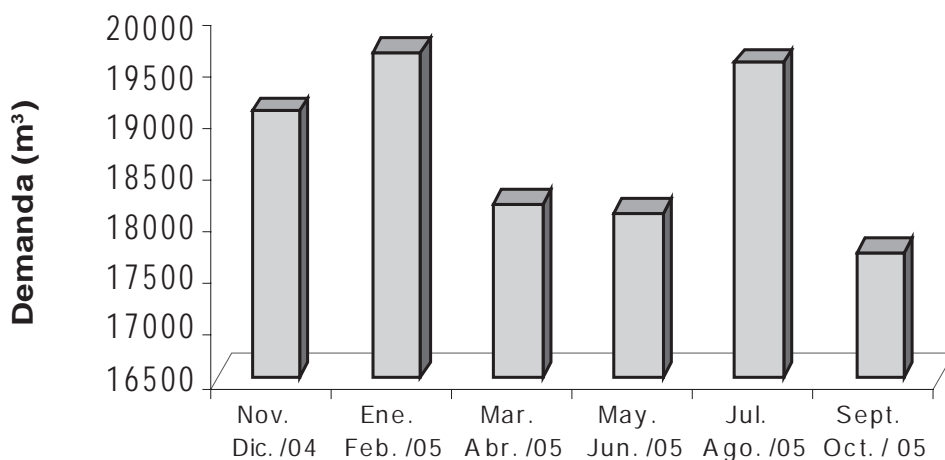
Existe un tanque de almacenamiento con capacidad de 170 m<sup>3</sup>, rehabilitado también en el año 2004. El agua del acueducto no es tratada, no hay desinfección, ni macromedición. La red de distribución es en tubería de PVC y se compone de nueve ramales principales en tuberías de diámetros que varían desde 3" hasta 3/4" para hacer entregas a todas las veredas. Las viviendas cuentan con micromedición. En la figura 7.2 se presenta el esquema de la red de distribución.



*Figura 7.2 Esquema de la red de distribución del acueducto La Palma-Tres Puertas.*

### **Demanda de agua**

En la figura 7.3 se muestran los consumos mensuales acumulados de los usuarios. Allí puede observarse que los valores pico ocurren en los meses de enero-febrero y julio-agosto, coincidiendo con los trimestres secos del régimen de precipitación bimodal con que cuenta la zona. El 80% de los encuestados considera que ocurren variaciones estacionales en la disponibilidad del agua y un 45% las atribuye al verano, pues disminuye el agua en las quebradas y hay un mayor uso del recurso en riego. El 52% cree necesario restringir el uso del agua durante esta época, especialmente para el aseo (lavado de ropa, limpieza de la casa). La temporada de lluvias contribuye a disminuir la presión sobre el sistema.



*Figura 7.3 Consumos mensuales acumulados.*

### **Actividades productivas**

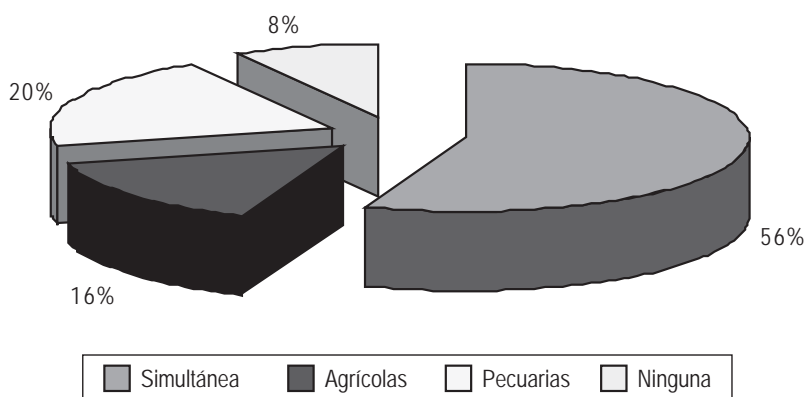
La población beneficiaria del acueducto se dedica principalmente a labores agrícolas y pecuarias (figura 7.4). Se resalta que el 92% de las personas encuestadas en el estudio de Ospina (2009), desarrollan alguna actividad productiva, ya sea la siembra de cultivos o la manutención de animales. Prácticamente el sustento de la familia se basa en estos casos en la actividad realizada. Es común encontrar cultivos de café (36%) (fotografía 7.1), piña (18%), frijol (15%), maíz (21%), hortalizas (12%), y hay un porcentaje de viviendas en que se encuentran otro tipo de cultivos, como pitahaya, plátano, banano, caña de azúcar, entre otros (Ospina, 2009). Las áreas del 70% de los predios no superan una plaza (6.400 m<sup>2</sup>). Quienes poseen cultivos, los tienen mayoritariamente en áreas que oscilan entre los 1.000 y 5.000 m<sup>2</sup>, aunque en el caso del café generalmente el área es mayor. Es necesario estudiar a mayor profundidad los cultivos con alta demanda de agua, que aunque en pequeña escala para el predio, la sumatoria de áreas podría implicar una alta demanda para el acueducto. En la localidad esos, son los cultivos de plátano, banano, caña de azúcar, entre otros. La demanda de agua para el proceso del café es mucho menor que la demandada para el riego de cultivos. Este riego se realiza mediante mangueras.



*Fotografía 7.1 El café es una de las actividades productivas de pequeña escala en Colombia.*

La cantidad de animales en las viviendas en la mayoría de los casos no supera cinco unidades de cada especie por predio. Para esta localidad se puede considerar como actividad de pequeña escala la crianza de menos de cinco cerdos o vacas o caballos y menos de 30 gallinas. Existen predios con crianza de animales a mayor escala, por ejemplo, más de 1.000 pollos, 30 vacas u 80 cerdos. Estos predios son propiedad de personas que residen en ciudades y tienen estas fincas como sitio vacacional o de carácter comercial.

#### **Actividades productivas en los predios**



*Figura 7.4 Actividades productivas en el predio familiar.*

Fuente: Ospina (2009).

---

Las actividades productivas son distribuidas entre los hombres y las mujeres con apoyo de los hijos. Los hombres se dedican a los cultivos de mayor extensión y los ubicados más lejos de las viviendas, además de encargarse de los animales grandes y de los pequeños cuando son para actividades comerciales (más de cinco cerdos o 30 gallinas). Las mujeres se dedican a las actividades domésticas y a los cultivos que rodean las viviendas y que primordialmente son para el autoconsumo tales como algunas hortalizas y algunas plantas condimentarias. Además, se dedican a los animales pequeños que rondan los predios como los pollos, gallinas y cerdos cuando se poseen en cantidades muy pequeñas. Los hijos de las familias suelen ayudar indiscriminadamente a hombres y mujeres tanto en la siembra de cultivos como la cría de animales, pero sus tareas son de menor complejidad y responsabilidad.

Para la mayoría de las actividades domésticas, el agua del acueducto es utilizada por más del 98% de las viviendas. Existe un uso incipiente de fuentes alternativas como las aguas lluvias (3%) y grises (3%) para satisfacer la demanda del riego de jardín. El acueducto es la fuente utilizada para satisfacer las necesidades de bebida y aseo en la manutención de cerdos (95%), gallinas (98%), vacas (92%) y caballos (100%). En el caso de riego, el 70% de los usuarios del estudio de Ospina (2009) no tiene cultivos que impliquen riego. Las hortalizas son las principales demandantes de agua para riego, sobre todo en verano (61%). Otros cultivos como el maíz y el frijol se siembran en época de invierno para evitar el riego, aunque se deben hacer estudios más profundos sobre algunos cultivos en la zona que, como se mencionó, aunque a pequeña escala en el predio, su extensión total puede implicar alta demanda para el acueducto. La piña usa agua del acueducto (50% de los usuarios), pero es principalmente para preparación de agroquímicos. Para el café, el agua se emplea en el procesamiento del grano en época de cosecha, que en la zona se hace principalmente por el sistema tradicional que utiliza entre 40-60 l/kg de café pergamino seco (CPS). El reciente incremento de las hectáreas sembradas en piña, puede ser una clara adaptación de la comunidad a medios de sustento menos demandantes de agua, en una situación donde el acueducto no logra suplir la demanda. La cantidad de agua usada para el cuidado de los animales se presenta en la tabla 7.1 y el consumo de agua identificado para algunas de las actividades que dependen del acueducto se muestra en la tabla 7.2.

*Tabla 7.1 Consumo de agua por actividades pecuarias en una muestra de 63 usuarios*

<b>Especie</b>	<b>Volúmenes de agua (l)</b>		<b>Dotación promedio (l/día 100 unidades)</b>
	<b>Alimentación diaria</b>	<b>Aseo diario</b>	
Cerdos	463	831	918
Vacas	3.072	35	2.301
Caballos	160	30	2.375
Gallinas/Pollos	3.076,5	5	44,67
Pollo engorde	1.000	1	33,37
Gallos de pelea	1	0	16,67
TOTAL	7.772,5	902	

Fuente: Ospina (2009)

En el estudio de Ospina (2009), la totalidad de los encuestados (63) manifestó que no puede llevar a cabo apropiadamente sus actividades productivas por la escasez de agua. Conscientes de esta situación, el 79% manifestó desarrollar algún tipo de acción para mejorar la eficiencia en el uso del agua. Para más del 90% de los encuestados, las actividades productivas de pequeña escala que realizaban en el predio familiar era la única fuente de sustento de la familia.

*Tabla 7.2 Demandas identificadas en el estudio de Ospina (2009)*

<b>Tipo de demanda</b>	<b>Demanda (m<sup>3</sup>/usuario*mes)</b>
Doméstica	20
Pecuaria	
gran escala	22,6
pequeña escala	2,2
Agrícola	
cuidado	0,1
procesamiento del café, cinco meses de cosecha	17,8

Fuente: Ospina (2009)



En la figura 7.5 se presenta la distribución de consumos bimestrales, como se registran en la administración del acueducto. Los usuarios con consumos menores a 40 m<sup>3</sup>/bimestre, que podrían catalogarse como típicamente domésticos, corresponden al 30%. El 53% de los encuestados tienen consumos que se sitúan entre los 41 y 100 m<sup>3</sup>/bimestre, que pueden corresponder a usuarios que también demandan agua para actividades productivas. Existe un 17% con consumos superiores a los 100 m<sup>3</sup>/bimestre, que podría catalogarse como actividades agropecuarias de tipo comercial.

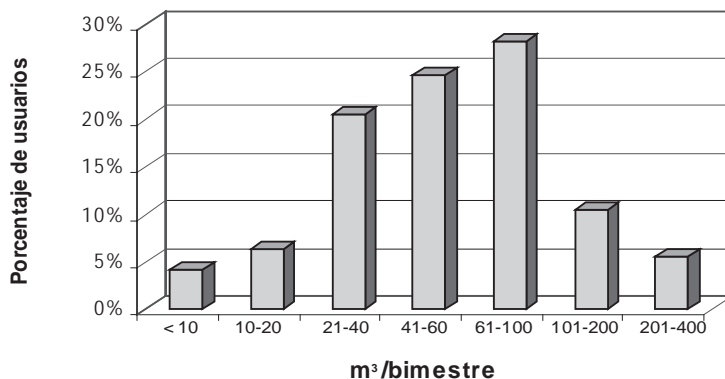


Figura 7.5 Distribución de consumos bimestrales de agua.

### Infraestructura domiciliar

Debido a la escasez de agua y el racionamiento histórico en la localidad, los predios tienen tanques de almacenamiento de tamaño considerable, la mayoría en concreto o ladrillo (77%), muy pocos cuentan con tapa (34%). El 72% posee algún dispositivo de control como grifo, flotador u otro y el 11% presentan fugas. La figura 7.6 muestra la capacidad de almacenamiento de los usuarios encuestados. Se resalta que el 38% de las viviendas tiene almacenamientos mayores de 3m<sup>3</sup>.

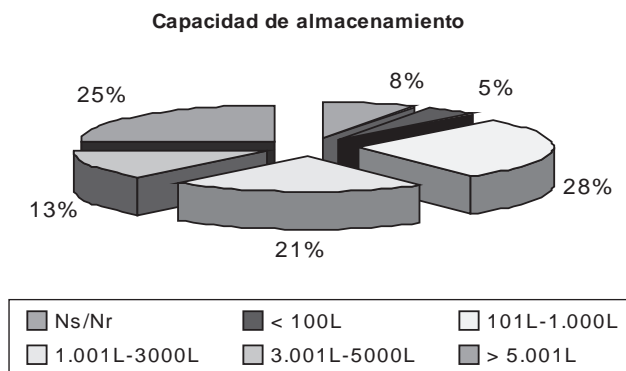


Figura 7.6 Capacidad de almacenamiento a nivel de predio.

---

Al relacionar la capacidad de almacenamiento y el consumo de los usuarios se observó que para viviendas con capacidad de almacenamiento de hasta 2.000 l, los consumos son similares y no superan los 50 m<sup>3</sup>/usuario/bimestre. Cuando la capacidad de almacenamiento se incrementa, los consumos se duplican para el rango entre 2.001 y 10.000 l y se sigue una tendencia de crecimiento del consumo más pronunciada para tanques de mayor capacidad. Los almacenamientos mayores de 2.000 l deben ser estudiados a mayor profundidad.

Es necesario que se establezcan mecanismos de control a las condiciones de almacenamiento de agua en la vivienda, dadas las capacidades excesivas que se manejan en algunos predios, lo que puede descompensar la red de distribución, e impedir un mejor funcionamiento del acueducto. También es necesaria mayor educación para mejorar las prácticas de higiene asociadas con el almacenamiento, para evitar la contaminación del agua, dado que estas unidades se utilizan para todas las actividades, incluyendo la bebida y preparación de alimentos, por lo que es necesario promover la dotación de tapas en los mismos.

### **Fuentes de agua disponibles**

Más del 80% de los encuestados considera que no hay disponibilidad de otras fuentes de agua diferentes al acueducto. Contrario a esto, 40% de los usuarios cree posible el uso del agua lluvia y 32% la emplearía para riego de jardín, cultivos y aseo. Un pequeño porcentaje (3%) considera posible el uso de aguas residuales para riego de cultivos y un 5% considera apropiadas las aguas grises para el riego de jardines. Es necesario incentivar la disposición de los usuarios hacia el aprovechamiento de fuentes alternativas del recurso como las aguas lluvias y grises.

### **Balance oferta-demanda**

La figura 7.7 muestra la oferta y demanda en el sistema bajo las condiciones actuales de las quebradas La Tobón y Sinaí y la demanda real de agua. La demanda oscila entre los 17.500-19.800 m<sup>3</sup>/bimestre. Como se observa en la figura 7.7, el agua captada dobla la demanda de los 400 usuarios, aún con sus actividades productivas. Aún así, hay racionamiento en el servicio por escasez de agua. La situación actual de funcionamiento del acueducto se presenta en la Tabla 7.3. Se destaca el alto porcentaje de agua no contabilizada.

El balance entre la oferta y la demanda de agua en el sistema indica que los usos domésticos y productivos de los usuarios posiblemente podrían ser satisfechos ampliamente y con mejor continuidad si se corrigen las pérdidas de agua en la infraestructura. Es necesario entonces adelantar una labor exhaustiva de revisión de las redes de distribución existentes, analizar

las pérdidas en tuberías y optimizar la red de distribución, y estudiar a profundidad los grandes almacenamientos domiciliarios, para favorecer los usos múltiples del agua en el sistema, con mejores condiciones del servicio y sin que se generen conflictos entre los usuarios.

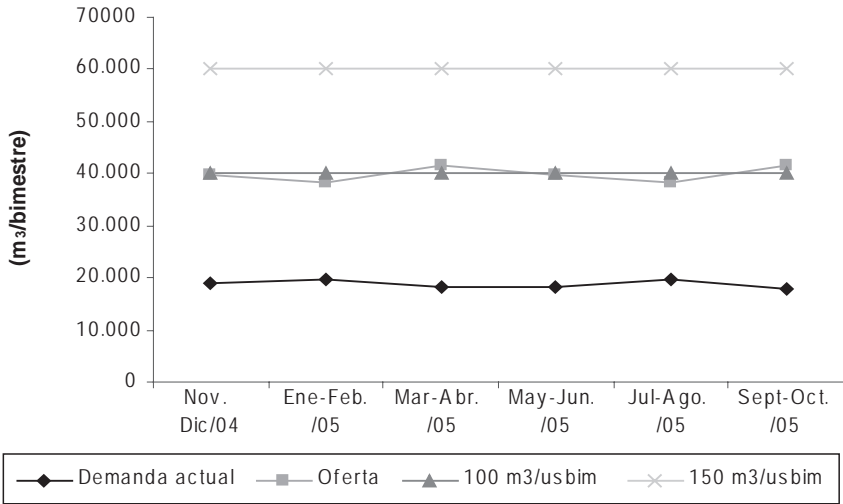


Figura 7.7 Balance oferta-demanda

Tabla 7.3 Situación del acueducto

Caudal captado		Demanda (m³/usuario mes)	%
Tobón	4,8 lps		64,9
Sinaí	2,6 lps		35,1
Total	7,4 lps	48,0	
Agua contabilizada (pico máximo)	19.800 m³/60 días	24,8	51,6
Agua no contabilizada		23,2	48,4

Nota. Cálculos realizados para el total de usuarios al momento del estudio: 400.

Además de los esfuerzos que se realicen para reducir las pérdidas en las redes de distribución, es necesario incorporar prácticas que promuevan el uso eficiente y el ahorro de agua a nivel domiciliario, a fin de que en el futuro, el sistema de abastecimiento no colapse con el crecimiento de la población, un posible aumento de la productividad en las fincas y el desarrollo del sector turístico, que se espera impulsar en la zona. En esta labor deben vincularse además instituciones de carácter ambiental como

---

la CVC y de fomento al agro como las Unidades de manejo y asistencia técnica agrícola –UMATAs– de las administraciones municipales en Colombia.

### **ADMINISTRACIÓN DEL ACUEDUCTO LA PALMA-TRES PUERTAS**

El acueducto de La Palma-Tres Puertas es administrado por una organización comunitaria bajo la forma de asociación de usuarios conformada por la asamblea general y su respectiva junta directiva. Esta tiene presidente, tesorero, fiscal, secretaria y un vocal por cada una de las veredas que hacen parte del acueducto. Sin embargo, en realidad sólo el presidente actúa en pro del sistema en colaboración con el único empleado que tiene el acueducto: un fontanero. La asamblea general usualmente no muestra disposición para colaborar con el sistema ya que los usuarios no se presentan a las reuniones en las cuales se toman las decisiones con respecto al acueducto. Los usuarios parecen estar conformes con el funcionamiento y manejo del sistema, aunque por los continuos racionamientos muchos no lo consideran bueno y piden su mejoramiento. Se cobra mensualmente por el servicio de acueducto \$3.000 (US\$1,5<sup>8</sup>) para consumos entre los 0 y los 25 m<sup>3</sup>, el metro cúbico adicional tiene un costo de \$150 (US\$0,06). A pesar de ser una tarifa baja, con la que no alcanzan a cubrirse la totalidad de los costos que debería asumir la organización para garantizar la sostenibilidad del sistema, se presenta alta morosidad. El cobro se hace de manera bimestral debido a las grandes distancias que debe recorrer el fontanero para leer las mediciones. En el estudio realizado por Cinara (2005) se estimó que la comunidad estaría dispuesta a pagar en promedio hasta \$2.000 (US\$0,8) adicionales de tarifa si se mejorara el servicio. Sin embargo, el estudio realizado por Parra (2008) calculó que la tarifa para este acueducto cubriendo todos los costos del sistema debería oscilar entre los \$5.000 (US\$2) y los \$8.000 (US\$3,2) de acuerdo con el tipo de cobro que se haga en el sistema, valores que estarían por encima de lo que la gente estaría dispuesta a pagar. Los valores que podrían garantizar la sostenibilidad del sistema pueden observarse en la Tabla 7.4 y fueron calculados siguiendo la metodología tarifaria para sistemas de este tipo estipulada por la Comisión de regulación de agua y saneamiento a través de la Resolución 287 de 2004. Los valores que muestra la Tabla 7.4 indican las tarifas que deberían cobrarse si se tienen en cuenta diferentes niveles de recuperación de la inversión, mostrando en la última columna lo que sería el cobro por 25 m<sup>3</sup> de agua.

---

<sup>8</sup> La tasa de cambio considerada para este ejercicio fue de \$2.500 por dólar.

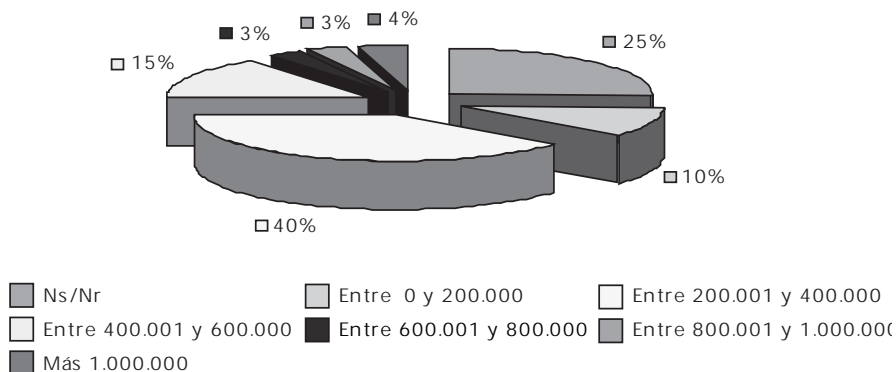
*Tabla 7.4 Tarifas según tipos de cobro para el acueducto La Palma-Tres Puertas*

<b>Tipo de tarifa</b>	<b>Costos de administración</b>	<b>Costos de operación</b>	<b>Tasas ambientales</b>	<b>Costos medios de largo plazo</b>	<b>Factura promedio</b>
Tarifa según consumo con recuperación total de la inversión	\$2.986,39	\$206,8	\$ 1,0	\$207,8	\$8.182
Tarifa según consumo con recuperación del 70% de la inversión	\$2.986,39	\$168,9	\$ 1,0	\$169,9	\$7.238
Tarifa según consumo con recuperación del 30% de la inversión	\$2.986,39	\$118,2	\$ 1,0	\$119,2	\$5.968
Tarifa según consumo sin recuperación de la inversión	\$2.986,39	\$80,3	\$ 1,0	\$81,3	\$5.019

Fuente: Parra (2008)

El ingreso familiar en general es bajo. La figura 7.8 muestra los niveles de ingresos de la población económicamente activa abastecida por el acueducto La Palma-Tres Puertas. Se observa que la mitad de las familias recibe ingresos por debajo del salario mínimo establecido en Colombia para el año de estudio (US\$160 mensuales), sólo un 15% adicional supera un poco este rango (US\$161-240), mientras que el resto percibe ingresos superiores que según la población corresponden a los propietarios de las fincas productivas más grandes cuya producción es de índole comercial y son quienes ofrecen trabajo a aquellos que no pueden producir en sus propios predios.

### Ingreso promedio del total de la población



*Figura 7.8 Ingresos mensuales por familia.*

Actualmente, las actividades productivas de pequeña escala son prohibidas por los estatutos del sistema por lo que se realizan en la ilegalidad, mientras que actividades de mayor magnitud son abastecidas de manera legal por el acueducto y avaladas por las leyes colombianas. A pesar de ser actividades comerciales, en realidad la tarifa del agua tiene muy poca diferencia con la tarifa que pagan los demás usuarios. Las prohibiciones a las actividades de pequeña escala generan inequidad e incrementan la brecha entre la pobreza y la riqueza ya que favorecen a los grandes terratenientes y desincentivan el trabajo de la tierra de los pequeños campesinos que con el tiempo se convierten en desplazados en las urbes. Las personas que no trabajan su propia tierra trabajan como jornaleros en actividades agrícolas o pecuarias en los predios vecinos más grandes o como empleados en empresas de la cabecera urbana de Restrepo. Para evitar estos inconvenientes y garantizar la sostenibilidad, los acueductos deberían autorizar en sus reglamentos el uso del agua para actividades de pequeña escala exigiendo el uso eficiente del recurso y la implementación de medidas de producción más limpia.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El acueducto de La Palma-Tres Puertas funciona como un acueducto de uso múltiple, con grandes limitaciones en el suministro de agua. Estas limitaciones posiblemente tienen relación con las pérdidas en el sistema, reflejadas en el agua no contabilizada (50% del agua que entra al sistema) más que con el desarrollo de actividades de pequeña escala en el 91% de los predios familiares. Sin embargo, es necesario revisar a mayor profundidad por una parte los almacenamientos domiciliarios mayores de 2 m<sup>3</sup> y por otra, cultivos altamente demandantes de agua (como plátano, banano, caña de

---

azúcar, entre otros) que tienen en el predio una extensión pequeña, pero cuya sumatoria en la localidad podría resultar en demandas altas para el acueducto. Adicionalmente, se debe revisar la infraestructura del acueducto para detectar los problemas que hacen que la mitad del agua que entra al acueducto no se contabilice.

Las actividades de pequeña escala son la principal fuente de sustento para casi todas las familias que las desarrollan y el acceso al agua del acueducto es fundamental para poderlas tener. Casi todas las actividades en el área de estudio utilizan el acueducto como única fuente de agua. Se pueden catalogar como actividades de pequeña escala la tenencia de no más de 5 cerdos o vacas o caballos, menos de 30 gallinas y no más de media plaza (3.600 m<sup>2</sup>) de cultivo. Por lo general, las gallinas y cerdos en este tipo de actividades están a cargo de la mujer así como los cultivos de hortalizas alrededor de la vivienda. Las vacas, los caballos, los cerdos en mayor cantidad y los cultivos diferentes a hortalizas están a cargo de los hombres.

El uso del agua del acueducto para las actividades productivas de pequeña escala está prohibido por los estatutos del sistema, sin embargo, las actividades agropecuarias comerciales si están permitidas con el pago de una pequeña tarifa diferencial. En las actividades pecuarias de gran escala se encontró una demanda de agua de 22,6 m<sup>3</sup>/usuario mes mientras que las actividades pecuarias de pequeña escala demandaban 2,2 m<sup>3</sup>/usuario mes. Por otra parte, las actividades de cuidado de cultivos no tienen mayor impacto en la demanda de agua del acueducto (0,1 m<sup>3</sup>/usuario mes).

Aunque el 70% de los encuestados en el estudio de Ospina (2009) tiene cultivos que no demandan riego, se debe revisar con mayor profundidad la situación de cultivos como plátano, banano, caña de azúcar, entre otros, que son de pequeña escala en el predio pero cuya sumatoria a nivel de localidad podría representar una alta demanda para el acueducto.

La comunidad se ha adaptado a las cambiantes condiciones climáticas aumentando la siembra de piña, que no requiere riego y cultivando algunas especies como maíz, frijol y hortalizas en época de lluvia. El cambio climático podría tener un fuerte impacto en este tipo de cultivos. La diversificación de cultivos y actividades pecuarias, como la tiene actualmente La Palma-Tres Puertas, le permite a la familia mantener todo el año la posibilidad de obtener alimentos para autoconsumo y generar algunos ingresos para la supervivencia. La mitad de las familias recibe unos ingresos menores que el salario mínimo legal vigente (US\$1,33/persona\*día) y un 15% alcanza los US\$240 mensuales (US\$2/persona\*día). La diversificación como estrategia de supervivencia para las familias rurales pobres depende completamente del acceso al agua, normalmente la del acueducto. Para mejorar el acceso al agua se debe promover el uso de otras fuentes complementarias como el agua lluvia y las aguas grises o residuales tratadas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- MAYOR D. (2008). Evaluación económica de los sistemas de abastecimiento de agua de uso múltiple, caso de estudio La Palma-Tres Puertas. Trabajo de grado. Programa de economía. Universidad del Valle. Colombia.
- OSPINA AI. (2009). Propuesta para incorporar las dotaciones de agua para actividades agropecuarias a pequeña escala al acueducto La Palma-Tres Puertas. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Agrícola. Universidad del Valle. Colombia.
- PARRA N. (2008). Factores de sostenibilidad para el acueducto La Palma-Tres Puertas (Restrepo, Valle del Cauca). Trabajo de Grado. Programa de economía. Universidad del Valle. Colombia.



## CAJAMARCA: UNA COMUNIDAD A LA QUE EL ACCESO AL AGUA LE PERMITIÓ MEJORAR SU CALIDAD DE VIDA

*Silvia Milena Corrales<sup>14</sup> e Isabel Cristina Domínguez<sup>15</sup>*

En zona rural del municipio de Roldanillo, al nororiente del Departamento del Valle del Cauca (Colombia), se encuentra el corregimiento de Cajamarca (figura 8.1), ubicado a una altura de 1.434 msnm y a 17 km del municipio del que hace parte, pero a 7 km de otra cabecera municipal, El Dovio, donde se realizan las diligencias municipales de los lugareños de Cajamarca. Esta es una localidad de aproximadamente 700 habitantes cuya principal actividad productiva es la agricultura, seguido de las actividades pecuarias. La localidad se divide en tres veredas: San Isidro, ubicado en la parte alta en la que residen alrededor de 20 familias, la vereda Bélgica, lugar en que nacen las fuentes de las cuales se surten los sistemas de abastecimiento de la zona y la vereda Cajamarca, ubicada en la zona plana y en la que mayor cantidad de gente reside, 120 familias.



*Figura 8.1 Localización de Cajamarca (Roldanillo).*

<sup>14</sup> Economista, grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

<sup>15</sup> Ingeniera Sanitaria, grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle.

---

En Cajamarca existen dos sistemas de abastecimiento: un acueducto y un minidistrito de riego. El acueducto toma agua de la quebrada Chontaduro y satisface las actividades domésticas mientras el sistema de riego, toma agua de la quebrada El Salto y permite el desarrollo agropecuario. El acueducto es un sistema a gravedad y tiene una planta de tratamiento compacta que funciona cuando hay un operador de turno, lo que ocurre solamente en horas laborables y días hábiles, el resto del tiempo el agua se suministra tal como se toma de la fuente. El acueducto suministra agua solamente a la vereda de Cajamarca. El minidistrito consta de bocatoma, dos tanques de almacenamiento, tubería de distribución de 8" de diámetro. La capacidad de almacenamiento es de 250 m<sup>3</sup>. A partir de este último tanque se inicia el suministro de agua mediante tres ramales, cuyos diámetros inician en 8". Todo el sistema funciona por gravedad. La distribución final a los usuarios se realiza con diámetros de 1", ¾" y ½". El minidistrito de riego surte de agua en las tres veredas a la totalidad de la población para las actividades productivas. Históricamente esta zona ha tenido una oferta de agua limitada, a esto se suma la deforestación en la parte alta y el cambio de vocación en el uso del suelo, de forestal a ganadero, lo que va en detrimento de la disponibilidad del recurso hídrico. Esta situación ha intentado contrarrestarse con la protección de la microcuenca mediante trabajos de siembra y aislamiento de las fuentes por parte de la organización que maneja los sistemas de abastecimiento. Por esto, sólo se autoriza el riego de no más tres plazas por predio (aproximadamente 2 ha).

No todas las viviendas tienen sistema de saneamiento apropiado, algunas viviendas tienen sistemas individuales como tanques sépticos y pozos de absorción y otras tienen sus descargas directamente a la quebrada Cauquita, que está ubicada en la margen derecha de Cajamarca. Los residuos sólidos son recolectados por la empresa que presta el servicio en Roldanillo una vez a la semana y dispuestos en el relleno sanitario de este municipio. De igual forma, los servicios de energía y telefonía fija están a cargo de empresas que prestan el servicio en el municipio. En Cajamarca hay escuela, colegio y puesto de salud.

Los sistemas de abastecimiento de la localidad fueron construidos con recursos del Estado. La Gobernación del Valle del Cauca financió una primera parte del acueducto con el apoyo del trabajo de miembros de la comunidad en la década de los cincuenta. Inicialmente eran zanjias abiertas que luego fueron cambiadas por tubería de concreto. Posteriormente, en 1995, la Secretaría de Salud Departamental aportó recursos para el mejoramiento del sistema que pasó a ser en tubería de PVC. Por otro lado, el minidistrito de riego fue financiado por el antiguo Instituto de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras –HIMAT– que en la década de los ochenta financió proyectos de abastecimiento para el sector productivo.

---

También hubo participación en mano de obra de la gente de la comunidad. El minidistrito de riego fue estimado para el abastecimiento de 200 ha. para los 90 usuarios que inicialmente fueron conectados, lo que equivalía en ese momento a 3,5 plazas por predio aproximadamente, pero que en la actualidad equivale a 2,2 plazas para cada uno de los 140 usuarios.

## **METODOLOGÍA**

El acueducto, y en especial, el minidistrito de riego de Cajamarca, localizados en el municipio de Roldanillo fueron escogidos por los miembros de la Alianza para el aprendizaje del Valle del Cauca, como caso de estudio del Proyecto *Usos múltiples del agua como estrategia para enfrentar la pobreza*, por considerarse como sistemas de abastecimiento de agua para uso múltiple relativamente exitosos.

El estudio, realizado por Cinara en 2006, consistió en establecer la forma de funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de la población, su historia y el impacto que tuvo en la calidad de vida de la gente. Las preguntas de investigación fueron: ¿Qué uso da la gente al agua? ¿Cuáles son las formas de abastecimiento para los distintos usos? ¿Cómo se administran los sistemas de abastecimiento y qué tipo de problemas se tienen? ¿Qué efecto ha tenido en la vida de las familias tener acceso al agua de forma permanente para todos los usos?

La información primaria se obtuvo a partir de entrevistas con algunos usuarios de los sistemas, con diferentes opciones de abastecimiento de agua. Se entrevistaron usuarios que cuentan únicamente con el acueducto, únicamente con el minidistrito de riego y usuarios adscritos a los dos sistemas. Se realizaron preguntas sobre los usos del agua, la historia de los sistemas, la participación de los usuarios en su construcción y gestión, la continuidad y calidad del agua, entre otros. Aunque las entrevistas fueron abiertas y se guiaban de acuerdo con las respuestas de los usuarios, se contó con un formato guía de preguntas básicas a formular. También se realizaron entrevistas abiertas con representantes de la junta administradora de los sistemas y los operarios del acueducto y el minidistrito de riego. Todas las entrevistas fueron grabadas para conservar de manera exacta la totalidad de la información suministrada. Adicionalmente, se hicieron entrevistas aleatorias a otros usuarios del sistema, para conocer aspectos como la actividad económica, ingresos promedio, gastos promedio, beneficios que les generan los sistemas de abastecimiento, las actividades agrícolas y pecuarias. A partir de la información recopilada se generaron estadísticas sobre los aspectos de interés para este caso de estudio, las entrevistas grabadas fueron transcritas y las opiniones de los encuestados categorizadas en los diferentes temas de interés para el tópico de usos múltiples.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Infraestructura

Las características de los dos sistemas, acueducto y minidistrito de riego, se presentan en la tabla 8.1. En Cajamarca, el acueducto capta entre 2 y 3 lps. Los elevados costos de operación impiden que la planta de potabilización pueda operar las 24 horas. En invierno, la planta no tiene la capacidad de tratar toda la turbiedad que trae el agua. La planta es manejada de forma empírica, siguiendo instrucciones que dejó el fabricante. No se realizan análisis para la dosificación de los químicos, ni se hace control a la calidad del agua suministrada. El uso dado al agua del acueducto en la vereda Cajamarca es para consumo doméstico, sin embargo, con esta agua también se abastecen las actividades más cercanas a las viviendas tales como la cría de algunos animales pequeños, principalmente gallinas, pollos, cerdos y algunas vacas.

*Tabla 8.1 Características de los sistemas de abastecimiento, acueducto y minidistrito de riego.*

	Acueducto	Minidistrito de riego
Recursos hídricos		
Fuente abastecedora	Q. Chontaduro	Q. El Salto
Caudal invierno	15 l/s, 10 l/s	40 l/s
Caudal verano	15 l/s, 7 l/s	40 l/s
Nivel de protección	Aislamientos, reforestación	Aislamientos, reforestación
<b>Infraestructura</b>		
Año de construcción	Inversión 1: 1954,	Inversión 1: 1989,
	Inversión 2: 1995	Inversión 2: 1998
Entidad financiadora	Municipio y Departamento	INAT
Entidad ejecutora	Secretaría de Salud Pública	INAT
Diámetro de la conducción	4"	8" y 6"
Material tubería de conducción	PVC	PVC
Capacidad tanque almacenamiento	100 m <sup>3</sup>	250 m <sup>3</sup>
Material red de distribución	PVC	PVC
Diámetro conexión domiciliar	½"	1", ¾", ½"
Sistema de medición consumo	No se mide	No se mide
Tecnología para tratamiento de agua	Planta compacta	Ninguno
<b>Indicadores</b>		
Número de suscriptores	140	136
Continuidad invierno	Permanente	Permanente
Continuidad en verano	Todos los días, 21 horas	Cada 3 días, 24 horas
Dotación / suscriptor *	1851 l/suscriptor*día (370 l/hab*día)	22.235 l/suscriptor* día (447 l/hab. día)

sigue

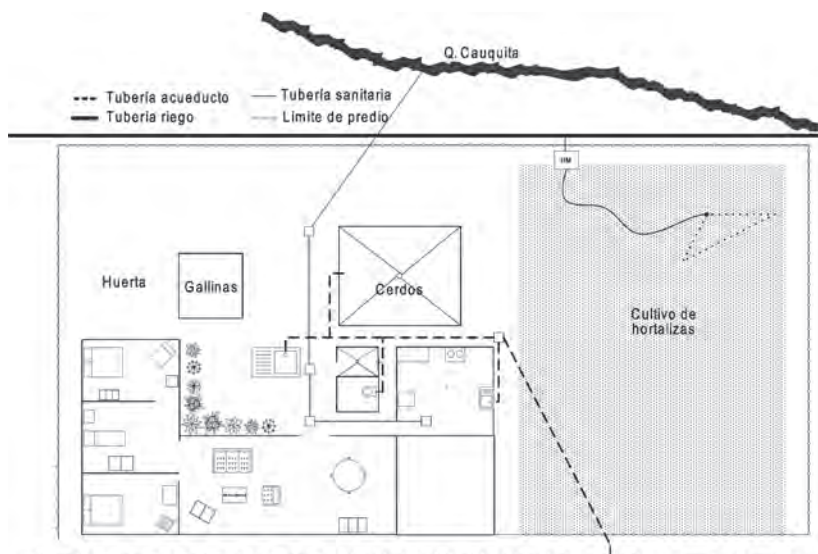
viene

Administración del sistema		
Ente administrador	Asociación de usuarios	Asociación de usuarios
Estatutos	No	Si
Costo de matricula	US\$40	US\$120-US200
Tarifa	US\$2,4	US\$1,8-US22
Facturación	Trimestral	Trimestral
Número de empleados	1	1
Costos de Administración, O & M **	US\$2.520 año (aprox.)	US\$4.200 año (aprox.)
Tasas por uso del agua	No pagan	US\$72,24 / trimestre
Tasas retributivas	No pagan	No pagan

\* Este valor se calcula teniendo en cuenta el volumen de agua captado en las bocatomas y el número de usuarios en los sistemas e incluye pérdidas.

\*\* Con los recaudos del minidistrito se cubren algunos gastos del acueducto. Gastos que deberían ser cubiertos por los dos sistemas.

La figura 8.2 presenta el esquema de distribución típica del acueducto y el minidistrito de riego en una vivienda de la vereda de Cajamarca. Esto se debe a que es más fácil y económico extender la tubería del acueducto a los lugares donde se ubican los animales que extender la red de riego que se encuentra ubicada más retirada del predio y de los corrales o cocheras. Además, los propietarios de los animales consideran que el agua del acueducto es de mejor calidad para el consumo de los animales.



*Figura 8.2 Distribución predial del acueducto y el minidistrito de riego en una vivienda típica en la vereda de Cajamarca.*

---

En San Isidro y Bélgica, donde no existe acueducto, el agua del minidistrito de riego es usada, además de las actividades productivas, para el consumo humano y actividades relacionadas con el hogar. Los usuarios manifiestan que el agua para consumo directo es hervida a diferencia de los usuarios del acueducto, que raramente hierven el agua porque confían en el tratamiento que se hace desde la planta de potabilización, a pesar de que unos exámenes realizados por la Secretaría de Salud en 2005 mostraban una alta contaminación con *E. Coli*. Aunque todos aceptan que el minidistrito sea usado para todos los fines en las veredas que no tienen acueducto, los estatutos del minidistrito especifican que se pierde la calidad de asociado cuando se usa el agua para fines distintos del riego y especialmente si se usa para fines domésticos. La mayor demanda de agua con fines de riego se presenta en los veranos prolongados, época en la que el agua no alcanza para regar todos los predios al tiempo y deben organizarse tres sectores para la entrega del agua (parte alta, parte media y parte baja). El sector más beneficiado es el de la parte media, por tener menor número de usuarios, y el más perjudicado es el de la parte baja, por tener el mayor número de usuarios y ser una zona plana. La frecuencia de riego es cada tres días, durante las 24 horas.

La cantidad de agua en la región presenta variaciones estacionales. En temporadas de verano, el agua disminuye su cantidad aunque sigue siendo suficiente para el abastecimiento humano con algunas suspensiones breves. El agua del minidistrito escasea más, lo que implica racionamientos de agua en el sistema. En invierno, la cantidad se incrementa pero presenta problemas de turbiedad que obligan la suspensión del servicio debido a taponamientos de las redes. Estos problemas se resuelven con prontitud. A pesar de estas dificultades los pobladores de la zona se sienten satisfechos y agradecidos con los sistemas de abastecimiento.

La calidad de agua para uso humano es evaluada por la Secretaría de Salud Departamental periódicamente. En la evaluación realizada en el año 2005 se encontró que la planta de tratamiento no realiza desinfección adecuada del agua y que además el agua presenta hierro y contaminación microbiológica, lo que indicaría que no es de calidad apta para el consumo humano, aunque es consumida por la población y considerada entre la gente como de buena calidad. Aparentemente no existen problemas de salud asociados con el consumo de esta agua.

En Cajamarca algunos pocos usuarios sólo tienen conexión al acueducto, lo cual se debe a que no tienen suficiente área disponible para el cultivo o la cría de animales y por tal razón no les es necesario tener dos servicios. Para el uso de los sistemas la organización comunitaria a cargo impone condiciones que conllevan al uso eficiente, tales como utilizar aspersores según el diseño autorizado, no conectar el agua de riego al acueducto, utilizar flotadores en los bebederos del ganado y no desperdiciar el agua.

---

## ADMINISTRACIÓN

Los estatutos del minidistrito de riego fueron formulados bajo las directrices del INAT –Instituto Nacional de Adecuación de Tierras– y recientemente del INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural), entidades de apoyo en el sector agrícola. El acueducto no tiene estatutos pero sigue los lineamientos de los estatutos del minidistrito de riego. Estos sistemas de abastecimiento son manejados por una organización comunitaria en forma de una junta administradora que desde la construcción de los sistemas ha velado por el sostenimiento de ellos. La Junta está conformada por cinco miembros hombres: presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y fiscal, cuyo rol más representativo es el del tesorero que responde por la mayoría de las actividades de la organización. No hay mujeres participando de la Junta porque, según los miembros, a ellas no les interesa trabajar en el tema y su tiempo es absorbido por las labores domésticas. Según los estatutos, la Junta debería ser renovada cada dos años con posibilidad de reelección, sin embargo, esto no se realiza ya que los miembros actuales llevan más de 15 años en sus cargos. La Junta tiene dos empleados, ambos operadores y fontaneros de los sistemas quienes atienden las labores de operación y mantenimiento del acueducto y minidistrito de riego y especialmente se encargan de la planta de tratamiento. Por el largo tiempo que lleva la Junta ejerciendo su labor ha adquirido la experiencia que les facilita enfrentar situaciones diversas y les ha permitido su fortalecimiento para solucionar problemas, gestionar recursos y exigir el cumplimiento de los contratos con las entidades y con los usuarios.

Los usuarios avalan la labor de la Junta ya que la mayoría menciona estar de acuerdo con las opciones que presentan en las asambleas que se realizan y apoyan las decisiones que se toman. No obstante hay opositores que opinan que no todas las decisiones deben estar centradas en la única persona que trabaja por la Junta, el tesorero. Es importante resaltar que la participación en estas asambleas no es masiva y el estatuto que regula el funcionamiento no obliga la participación. Los usuarios aducen que los sistemas funcionan bien, entonces no hay necesidad de ir a las reuniones. Esto confirma lo expresado por Abbott (1996) acerca de lo aglutinante que son los conflictos y la necesidad de recurrir a mecanismos para la participación una vez los conflictos son solucionados. La junta tiene los mecanismos referentes a la protección de fuentes o mantenimiento de infraestructura –*convites*– para promover la participación de los usuarios. Estos mecanismos son efectivos.

La organización comunitaria que dirige el acueducto no está legalizada según las normas colombianas, carece de personería jurídica, no está suscrita ante la Superintendencia de servicios públicos domiciliarios



---

(SSPD), no está regulada por la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico (CRA), el acueducto no tiene concesión de aguas pero el minidistrito sí la tiene (35 lps) y las tarifas y estatutos no se ajustan a las reglamentaciones vigentes. A pesar de operar en la *ilegalidad* los sistemas funcionan aceptablemente y los usuarios parecen satisfechos (Cuadro 8.1).

*Cuadro 8.1 Expresión de los usuarios*

*El acueducto es propiedad de la comunidad... para legalizarse habría que subir la tarifa y la gente no estaría de acuerdo con eso. Si tuviésemos que inscribirnos ante la SSPD y la CRA para obtener las obras del PAAR evaluaríamos las ventajas, si no son muchas, si van a invertir \$1, para sacarnos \$10, pues eso no tiene sentido. Ahora días estuvieron con eso, le mandaron carta al presidente y a eso se le mamó gallo, porque el acueducto es propiedad de la comunidad, por eso aquí no se mete Acuavalle, por eso es tan barata el agua, porque la comunidad misma lo administra y todo el esfuerzo del acueducto lo hizo la comunidad (Mariano Motato, tesorero de Asodisriego).*

Las tarifas del servicio de agua están divididas en acueducto y minidistrito de riego. Quienes poseen ambos servicios deben pagar independientemente por cada uno. Las tarifas cubren los costos de administración, operación, mantenimiento, inversión, imprevistos y protección del recurso hídrico (para esta protección se destina cerca del 10% de lo recaudado), aunque no son calculadas siguiendo la metodología establecida por el gobierno sino mediante un ejercicio con la comunidad. Mensualmente se realizan actividades para la protección de la microcuenca, denominadas convites. En estos convites se establecen turnos para la participación de los usuarios. En cada una de estas jornadas entre 30 y 40 personas se dedican al mantenimiento de los cerramientos realizados en los nacimientos, la siembra y conservación de la vegetación nativa. La participación en esta actividad es obligatoria y está estipulada estatutariamente dentro de las obligaciones de los usuarios, so pena de suspensión del servicio por incumplimiento.

La tarifa del acueducto es única y tiene un costo de \$6.000 (US\$2,4)<sup>16</sup> mensuales independiente del consumo de agua ya que no funciona la micromedición. Cuando se instaló la planta de potabilización se instalaron

---

<sup>16</sup> La tasa de cambio considerada para este ejercicio fue de \$2.500 por dólar.



---

micromedidores que fueron rechazados por la comunidad. Existe la posibilidad de que el programa de abastecimiento de agua rural – PAAR invierta en la zona. En el momento en que esto suceda, una de las exigencias es la instalación de micromedidores en las viviendas. Sin embargo, en esta zona existe resistencia a este tipo de propuestas y se requerirá un proceso de sensibilización y concertación importante con la comunidad. La tarifa para riego es diferencial dependiendo del área del predio, las actividades productivas relacionadas con el agua y el nivel socioeconómico del usuario, simulando de esta forma una estratificación de la zona. Existen 22 tarifas diferentes para este servicio que oscilan entre los \$4.500 (US\$1,8) y los \$55.000 (US\$22). Quienes poseen lagos deben pagar un valor adicional al estipulado, de \$8.000 (US\$3,2). Los mayores montos de tarifas los pagan los propietarios de haciendas ganaderas ubicadas en Cajamarca, mientras que la gente de San Isidro paga las menores tarifas pues sus predios son los de menor tamaño. El 73% de los usuarios paga menos de \$8.500 (US\$3,4/mes).

El valor de la tarifa es mensual, sin embargo, por la estacionalidad de los ingresos que se generan de la actividad productiva el cobro es trimestral, esto facilita el pago por parte de los agricultores cuyos ingresos dependen de la cosecha y venta de los cultivos. Los recibos que se entregan para generar el pago se hacen incluyendo los dos servicios. La morosidad es baja, ya que alcanza sólo el 7% considerada a partir de la falta de pago de dos períodos. La morosidad implica el corte del servicio cuya reconexión tiene un costo de \$50.000 (US\$20). Los cortes en el servicio no son frecuentes, pues los suscriptores en los seis meses que se espera para hacer un corte han logrado sacar al menos una cosecha que genere ingresos para pagar por el servicio de agua, que a su vez se convierte en uno de los principales insumos de la producción. El costo inicial de conexión del acueducto asciende a los \$100.000 (US\$40) mientras que el costo de matrícula para el minidistrito de riego oscila entre los \$300.000 (US\$120) y los \$500.000 (US\$200) según el tamaño del predio. En los últimos meses no se han otorgado más suscripciones porque la capacidad de los sistemas y la oferta de agua en la zona no lo permiten. Con los recaudos de las tarifas se cubren los costos de los sistemas, sin embargo, al dividir cuentas puede afirmarse que el cobro del acueducto cubre exclusivamente los costos de operación y mantenimiento del mismo, por lo que el minidistrito, mediante sus tarifas, está cubriendo los costos de administración de ambos sistemas y por lo tanto subsidiando al acueducto.

---

## IMPACTOS EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN POR EL ACCESO AL AGUA

Gran parte de las personas que habitan estas veredas han pasado la mayor parte de su vida allí; han participado de la construcción de las obras de infraestructura para el abastecimiento de agua y sufrieron las dificultades de carecer del líquido antes de la construcción de estos sistemas. Muchos de ellos tuvieron que acarrear agua, desplazándose distancias significativas y dedicando buena parte de su tiempo a esta labor; tenían problemas para realizar sus actividades porque el líquido era escaso y los niños y las mujeres eran los principales responsables de esta actividad (cuadro 8.2).

*Cuadro 8.2 Penalidades antes de tener los sistemas de abastecimiento*

*Ahora tiempo había una acequiesita por allí y entonces dependíamos de eso... nos tocaba cargar el agua de por allá abajo... tocaba caminar por ahí unos 20 minutos y también había un ariete y el agua subía por mangueras, pero un poquitico, una gotica, por ahí en todo el día se llenaba una caneca, y eso no alcanzaba para nada, nosotros sufríamos bastante por esa bendita agua. (Usuaría 3, minidistrito)*

*¡Nadie sabe los sufrimientos...! Vea así como estas noches que ha llovido tanto, me tocaba levantarme a recoger agua por lado y lado en esas ollas. Cuando no llovía corra con ollas a traer agua de por allá abajo, olladitas para traer y todos los días, varias veces al día... eso no tiene contadero cuántas veces. Los muchachos estaban pequeños cuando eso y ellos cada ratico iban por un cocado, a traer agua, eso era de todo el día, no tenían contadero los viajes para ir a traer agua, y para ir a lavar tenía que pegarme para allá para donde la vecina, así me la pasaba. (Usuaría 5, minidistrito)*

*Había una cañada por allá abajo, entonces el agua pasaba por entre esos montes por tubería de cemento... y eso se mantenía tapando por esas raíces, tocaba abrir huecos, el agua se botaba. Cuando no habíamos tenido para comprar la manguera para traer el agua desde la cañada tocaba ir a traerla en baldes, a veces hasta 10 viajes en un día y cuando eso teníamos marranos y necesitábamos mucho el agua. Había que hacer no sé cuantos viajes, uno se la pasaba en la cañada, y se acababa el agua y entonces corra y como eran los muchachos era en cocaditas pequeñas, entonces tocaba hacer demasiados viajes. (Usuario 6, minidistrito).*

---

Los hombres recuerdan las dificultades que representaba para ellos el aprovechamiento de sus tierras antes del minidistrito de riego: no era posible sembrar en todas las épocas del año; estas actividades, y por tanto los ingresos, se restringían a las épocas de invierno; era necesario regar con motobomba desde las cañadas, lo que significaba un elevado costo, debido al uso de combustible; toda la zona estaba dedicada casi de forma exclusiva al cultivo del tabaco, por ser una especie resistente a los prolongados períodos de sequía, pero esto no era rentable para los campesinos; otro aspecto que se mencionó fueron las dificultades técnicas por el uso de sistemas obsoletos y vulnerables en el abastecimiento de agua. En los años 80, como consecuencia de los procesos de colonización que trajeron consigo la pérdida del bosque y la disminución de la oferta hídrica, la localidad de Cajamarca sufría un fenómeno de desplazamiento de los campesinos, y una devaluación del precio de la tierra, pues por la falta de agua los habitantes del lugar no encontraban alternativas para garantizar su sustento.

El acceso al agua permitió la diversificación de los cultivos y la posibilidad de obtener ingresos todo el año (fotografía 8.1). Ahora se siembra y cosecha una variedad de frutas y hortalizas, como tomate de mesa y de árbol, pimentón, repollo, lulo, arracacha, pepino cohombro, habichuela, tabaco, maíz, cebolla, arveja y frijol, principalmente. Estos cultivos son el medio de subsistencia de los habitantes de la zona. Todos estos son cultivos exigentes en agua y por eso es necesario mantener el suelo con un contenido de humedad óptimo para su buen desarrollo. El sistema de riego permite cultivar y variar los cultivos a lo largo del año, en comparación con los años anteriores a su construcción, en los cuales no era posible cultivar de manera continua todo el año y sólo podía hacerse en los meses de invierno. Esto generó en su momento desplazamiento, ya que los habitantes no podían desarrollar su actividad productiva y tuvieron que dedicarse a actividades ajenas a sus especialidades en municipios cercanos a la localidad. Al introducirse los sistemas de abastecimiento y especialmente el minidistrito de riego fue posible para los campesinos retornar a sus tierras, volverlas productivas y reactivar su verdadera actividad productiva, la agricultura.

Esta reactivación de la agricultura genera los ingresos con los cuales subsisten las familias de la zona. Estos ingresos dependen del tipo de cultivo, de la cantidad del mismo, del tiempo que tarde en cosecharse el producto y de su precio al momento de la cosecha, que a su vez depende de la abundancia del mismo en su tiempo. Al calcular los ingresos promedio que puede tener un agricultor al cultivar media plaza de tierra (3.200 m<sup>2</sup>) se obtiene la Tabla 8.2, que muestra los ingresos según cada tipo de cultivo predominante en Cajamarca y los meses que tarda cada uno en cosecharse. Sin embargo, más allá de los ingresos, las personas valoran altamente no ser dependientes de un empleador y poder permanecer en su tierra.

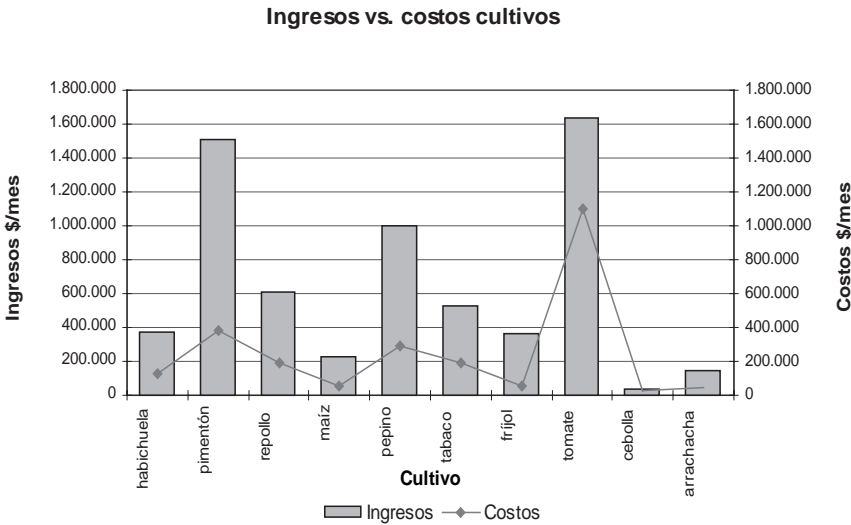


*Fotografía 8.1 Cultivo de tomate de una mujer en Cajamarca.*

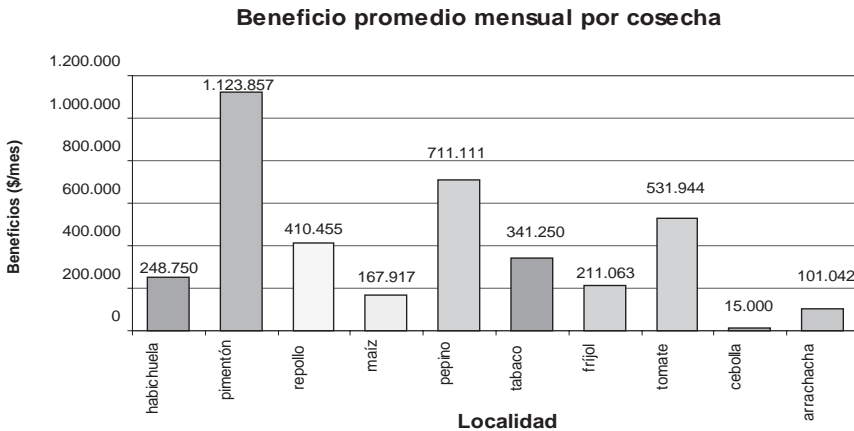
*Tabla 8.2 Ingreso bruto promedio según actividad productiva*

Producto	Ciclo del Cultivo (meses)	Ingreso promedio por cosecha	
		(\$)	US\$/vivienda/cosecha)
Habichuela	3	746.250	298,5
Pimentón	4	4.495.000	1.798,0
Repollo	4	1.642.000	656,8
Maíz	6	1.008.000	403,2
Arracacha	12	1.212.000	484,8
Pepino	3	2.133.000	853,2
Tabaco	12	4.095.000	1.638,0
Frijol	4	844.000	337,6
Tomate	6	3.192.000	1.276,8
Cebolla	3	45.000	18,0

Estos valores pueden cambiar ya que están sujetos a las condiciones ambientales que afectan la producción, tales como el clima y las plagas. Además, los ingresos brutos se ven afectados por los costos de producción. La figura 8.3 muestra los ingresos y costos mensuales asociados con la producción de cada tipo de cultivo predominante en Cajamarca según su periodicidad. Se puede observar que hay cultivos con mayor nivel de rentabilidad y eficiencia en su producción. Esto refleja el beneficio neto (figura 8.4) para los productores de los cultivos.



*Figura 8.3 Ingresos y costos asociados con los diferentes cultivos en Cajamarca.*



*Figura 8.4 Beneficio mensual promedio por cosecha.*

---

Es importante resaltar que el costo para los consumidores finales de los productos tiene un importante incremento en comparación con el precio del productor, lo que se debe a la intermediación en los mercados de productos agrícolas. El agricultor vende el producto a un intermediario que lo ubica en las plazas de mercado. Este intermediario incurre en los costos de transporte y de personal, e incluye su propio lucro.

Los campesinos, además de los cultivos que generan el ingreso, poseen algunos animales. Predominan las gallinas, los pollos, los cerdos y el ganado, cada uno en cantidad muy reducida, entre 5 y 30 animales por vivienda, la menor cantidad para los animales grandes como vacas y caballos. Estos animales no son utilizados frecuentemente para la venta sino que generan beneficios agregados para los campesinos, que los utilizan para su autosostenimiento. Las gallinas son para obtener los huevos que consumen las familias, los pollos para complementar las proteínas de las comidas y para las celebraciones especiales, las vacas para obtener la leche y los caballos para transporte, mientras que los cerdos son considerados los ahorros familiares ya que los engordan y una vez vendidos pueden recuperarse los costos en que se incurrió en su crianza. Aunque cada beneficio se puede calcular en términos monetarios de acuerdo con el precio de mercado de cada uno de estos productos, para las familias implica el hecho de no tener que adquirirlos en el mercado local.

En consecuencia, en Cajamarca, el acceso al agua mediante los dos tipos de sistemas de abastecimiento les permitió mejorar su nivel de vida en comparación con los años sin agua. Les permitió el trabajo de manera independiente, sin jefes ni horarios, satisfaciendo las necesidades según las preferencias de cada agricultor. Además, pudieron tener un trabajo en el que participan todos los miembros de la familia y que a su vez genera los ingresos para el mantenimiento del hogar y el pago por los servicios de agua que a su vez permite la sostenibilidad de los sistemas. Con la construcción de estos sistemas se disminuyeron los desplazamientos de campesinos a zonas urbanas, se disminuyó la pobreza de la región y se facilitaron las actividades domésticas de las mujeres que ya no deben caminar largos trayectos para cargar el agua a sus viviendas.

## **CONCLUSIONES**

El acueducto y el minidistrito de riego de Cajamarca son las obras de suministro de agua, de las cuales dependen la satisfacción de necesidades básicas y la posibilidad de realizar actividades productivas que permiten la subsistencia de los habitantes de esta región. Esto ha significado para las

---

personas de la zona, la posibilidad de obtener ingresos de manera permanente durante todo el año, detener el desplazamiento de la población, revalorizar las tierras, disminuir los conflictos entre los habitantes y fomentar la unión de las personas para trabajar por intereses comunes.

El 99% de la población de Cajamarca y San Isidro tiene como actividades económicas la agricultura y la cría de animales. Mientras la agricultura, garantiza cada tres o cuatro meses el ingreso de la gente, la cría de animales, como cerdos o vacas, representa un ahorro que les permite salir de apuros en épocas de malas cosechas, o comprar artículos que con el ingreso promedio no están al alcance. Las gallinas son principalmente para autoconsumo.

Llegar a las condiciones en que se encuentran los habitantes de esta zona, requirió del esfuerzo de todos los usuarios para construir los sistemas, también fueron determinantes las conexiones políticas, la voluntad y pericia de los líderes comunitarios para gestionar, ante las entidades apropiadas y los gobernantes de la época, los recursos necesarios. El trabajo comprometido, liderazgo y continuidad de los miembros de la junta de aguas ha resultado en un mejoramiento de la prestación del servicio con el paso de los años. Estos líderes han desarrollado una importante capacidad de gestión, que a pesar de no estar enmarcada en los parámetros legales existentes, especialmente para el sistema de acueducto, ha permitido prestar un servicio que goza con la aprobación y satisfacción de los usuarios.

Aunque la participación del grueso de la comunidad ha sido escasa en la toma de decisiones y han delegado toda la responsabilidad de los sistemas en una sola persona, el hecho de haber realizado aportes en forma de mano de obra durante la construcción del minidistrito de riego es ampliamente recordado por todos los usuarios y ha generado sentido de pertenencia. Sin embargo deben buscarse mecanismos para involucrar a más personas en actividades de otro nivel, pues el hecho de que todo se encuentre centralizado en un individuo es causa de vulnerabilidad y puede comprometer la sostenibilidad futura del acueducto y el minidistrito de riego. En este sentido, los convites son una actividad que además de promover la cohesión de la comunidad, ha tenido resultados importantes en cuanto a la recuperación de las fuentes, el incremento en la disponibilidad del agua y la disminución de las variaciones en la cantidad y calidad del recurso en épocas de invierno y verano. Estas iniciativas son otro aspecto en el que se destaca el poder de concertación de los miembros de la junta de aguas, pues sin recurrir a recursos legales, han hecho posible que los propietarios de los predios donde se encuentran los nacimientos les permitan adelantar estas acciones.

---

Los reportes de la Secretaría de Salud, que vigila la calidad del agua suministrada por el acueducto, indican que el tratamiento que se hace en la planta de potabilización no es suficiente para distribuir agua en óptimas condiciones para el consumo humano. Aunque los operarios se esfuerzan por realizar eficientemente su labor, no se encuentran debidamente preparados ni cuentan con los equipos e instrumentos necesarios para la operación de una planta con este tipo de sistema. Esto implica que no hubo una transferencia adecuada de tecnología o que ésta no es apropiada para esta zona y que se está incurriendo en costos de tratamiento inútiles. Posiblemente tendría mayor eficacia hacer énfasis en la educación y dotación a nivel de las viviendas de dispositivos para el mejoramiento de la calidad del agua para el consumo humano. Aunque el sistema tarifario no se ajusta a las disposiciones legales vigentes, la Junta ha desarrollado un modelo que obedece a las condiciones y capacidad de los habitantes de la zona. El éxito del modelo adoptado, se refleja en la baja morosidad, la sostenibilidad financiera de los sistemas, y la generación de excedentes que permiten incluso adelantar actividades de protección de las fuentes de agua. Una característica importante de ambos sistemas es que hace posible los usos múltiples a bajo costo y abasteciendo importantes volúmenes de agua.



## **BIBLIOGRAFÍA**

ABBOTT, John, (1996). Sharing the city. Earthscan Publications Ltd. UK.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

## PROPUESTA PARA EL MANEJO DEL AGUA EN FINCAS PRODUCTIVAS DEL QUINDÍO

*Marco Antonio Barrios*<sup>17</sup>

El Departamento del Quindío es una región de Colombia donde las familias en décadas pasadas tenían como vocación principal la actividad cafetera y en época de bonanza (década de los setenta) el Comité Departamental de Cafeteros construyó acueductos rurales para el consumo doméstico y para el beneficio del café, que cubrieron casi la totalidad del territorio del Departamento, por lo que el recurso agua es fácil de obtener en su zona rural. La construcción de acueductos ha hecho que en las fincas de la región prácticamente el acueducto se haya convertido en la única fuente para todas las actividades, desaprovechando otras fuentes de agua potenciales a menor costo; en la actualidad se buscan nuevas fuentes de agua para explotar.

Los acueductos construidos por el Comité Departamental de Cafeteros fueron registrados como acueductos industriales pero son usados para consumo humano y otras actividades agropecuarias; recientemente son usados también para proveer una nueva actividad productiva en la región: el turismo rural. Se generan entonces otros conflictos: por un lado, el agua no cumple los requerimientos de calidad para consumo humano y por el otro, las actividades productivas consumen el agua dejando las comunidades sin la suficiente agua disponible. Esta es una propuesta para manejar de mejor forma el agua en unidades productivas agropecuarias del Quindío.

---

<sup>17</sup> Ingeniero Civil, MSc en Ingeniería

## ÁREA DE ESTUDIO

El Quindío fue una próspera región pero, a raíz de la crisis cafetera que inició en los ochenta, la pobreza es galopante y se agravó con el terremoto de 1999. En la región, las fincas desarrollan diversas actividades productivas, además del cultivo de café que ha sido la actividad tradicional. Por ejemplo, la actividad ganadera está en auge, tanto que iguala en área a la del café; también la cría de cerdos y aves y otros cultivos que acompañan al café como la yuca y el plátano y algunos otros nuevos como frutas de tierra fría.

Dentro de los estudios realizados en el proyecto internacional Usos múltiples del agua como una estrategia para enfrentar la pobreza se escogió el Departamento del Quindío (figura 9.1) debido a sus características particulares socioeconómicas y a sus diversas actividades productivas tales como las agropecuarias, en donde el recurso agua juega un papel fundamental para su desarrollo. Las fincas productivas estudiadas son de tamaño pequeño, típicas de la zona cafetera colombiana. La actividad cafetera en Colombia se produce en minifundios. El 95% de las fincas cafeteras colombianas tiene menos de 4 ha. Su propiedad está en manos de personas de clase media alta y generan el empleo de la zona rural.



*Figura 9.1 Salento y Calarcá en el Departamento del Quindío.*

## METODOLOGÍA

Se escogieron 3 fincas productivas de los municipios de Calarcá y Salento, dispuestas a colaborar con las mediciones y a apoyar las recomendaciones que se produjeran en esta investigación. La muestra un finca cafetera típica de la región. Estas fueron: Las Brisas en la vereda La Rochela (Calarcá), Santa Rita en el corregimiento de Barcelona (Calarcá) y El Establo junto al casco urbano del municipio de Salento y una vivienda –*La Figurita*– de la vereda Hojas Anchas. Se adoptó el método de caso de estudio, se midieron los volúmenes de agua para consumo doméstico en las fincas y los de consumo en actividades productivas como se muestra en la tabla 9.1.

*Tabla 9.1 Mediciones en las fincas del Quindío*

Finca	Actividad productiva medida	Sistema de medición
Las Brisas	Consumo de agua en ganadería de engorde	Volumen del recipiente usado para el consumo de los animales diariamente
Santa Rita	Beneficio del café tradicional y beneficio ecológico Consumo de agua en ganadería de engorde	Volumen del tanque y tiempo de de vaciado y caudal de la llave de de abastecimiento y tiempo de uso
El Establo	Consumo de agua en ganadería de leche	Volumen del recipiente usado para el consumo de los animales diariamente
Casa La Figurita	Consumo de agua para el engorde de cerdos	Medidor de agua

Las técnicas usadas fueron: medición de volúmenes de agua de las actividades domésticas y productivas; identificación de indicadores de productividad de agua; entrevistas abiertas con personas clave utilizando listas de chequeo (propietarios de fincas, trabajadores, administradores de sistemas de abastecimiento de agua de las fincas, etc.). Fueron entrevistadas 16 personas, 8 hombres y 8 mujeres. Se entrevistó a nueve personas de las fincas de estudio y siete personas de fincas vecinas a estas. Con base en estos resultados se propusieron opciones tecnológicas para el manejo del agua a nivel de fincas productivas teniendo en cuenta los usos múltiples.



*Fotografía 9.1 Finca cafetera típica del Quindío.*

## RESULTADOS

A continuación se presentan los consumos tanto para actividades domésticas (Tabla 9.2) como para actividades productivas (tabla 9.3) y los índices de productividad del agua que se calcularon (tabla 9.4). La figura 9.2 presenta como ejemplo el esquema propuesto para la finca Santa Rita.

*Tabla 9.2 Consumos para actividades domésticas*

Actividad	Consumo medido(l/hab*día)	
	mínimo	máximo
Aseo manos y dientes	2,2	7,22*
Ducha	18,97	23,47*
Subtotal aseo personal	21,17	30,69*
Elaboración de alimentos	3,87	5*
Lavado de platos	18,76	34,5*
Subtotal cocina	22,63	39,5*
Lavado de ropa	44,2 <sup>1</sup>	137,461
Promedio lavado de ropa	90,83*	
Sanitario	37,14	45,76*
Lavado casa		
Total consumo habitante-día	178,8*	

<sup>1</sup> Este dato incluye el lavado de casa.

\* Datos sugeridos para cálculos en los diseños provenientes del presente estudio.

*Tabla 9.3 Consumos para actividades productivas*

Actividad	Unidad de medida	Consumo (medido)
Engorde terneros	l/cabeza	5 *
Engorde toros	l/cabeza	14,87 *
Vacas de leche	l/cabeza	53,52 *
Engorde cerdos	l/cerdo	5,43 <sup>1*</sup>
Caballos	l/caballo	
Gallinas	l/100 aves	
Beneficio tradicional del café	l/kg café seco	39,78 *
Beneficio ecológico del café	l/kg café seco	3,49 *
Lavado de pesebreras	l/m2	2,34 <sup>2*</sup>
Lavado de cocheras	l/m2	2,34 <sup>3*</sup>

<sup>1</sup> Consumo de agua con teteros.

<sup>2</sup> Lavado a diario en seco (puede usarse aserrín diariamente) y una vez por semana con agua.

<sup>3</sup> Se recomienda el lavado a diario en seco con el uso de cal y día por medio con agua.

*Tabla 9.4 Resumen de los índices calculados*

Finca	Ingreso por volumen de agua (\$/m³)			Empleos por volumen de agua (empleos/ m³)			% de incidencia
	Terneros (engorde)	beneficio tradicional	beneficio ecológico	Terneros (engorde)	Procesando café		
Las Brisas	51.304			56,8	Tradicional	Ecológico	Engorde terneros 0,6
Santa Rita		30.699	353.812		179,01	15,71	beneficio Trad-ecol 1,2-0,1
El Establo	Vacas (leche)	Cerdos (engorde)		Vacas (leche)	Cerdos (engorde)		Leche 1,51
	8.289,9	4.485		643,1	131,15		Cerdos 5,6



Los consumos de agua por persona están en el rango de 133 y 253 l/hab. día (muy variables y sólo para el uso humano y doméstico); sin embargo, el consumo para la elaboración de alimentos apenas llega a 5 l/hab. día mientras que el consumo del inodoro es la cuarta parte del total del agua que se gasta en el hogar. Esto indica que el agua que se requeriría tratar hasta la calidad de *potable* no es toda el agua que suministra el acueducto. En contraste, el RAS2000 especifica una dotación entre 100 y 150 l/hab. día para los acueductos que abastecen poblaciones menores que 2.500 habitantes; además, independientemente del uso adopta la calidad de agua más restrictiva que es la de consumo humano. Esto limita la posibilidad de mejoramiento de los sistemas bajo el concepto de uso múltiple del agua. Los consumos para las actividades productivas están entre el 51% el 92% del consumo total de las unidades rurales estudiadas –dependiendo del tipo de actividad–, por lo que es fundamental la búsqueda de otras fuentes de agua aparte del suministro de los acueductos.



---

La implementación de técnicas y tecnologías, según los índices calculados, demuestran que la eficiencia en los consumos de agua puede generar una mayor productividad con una relación que puede ser 9 a 11 veces mayor (implementación de desmucilaginosadores) que cuando no se emplean, así los consumos pueden ser reducidos (implementación de lavado eficiente en pesebreras) hasta en 15 veces. Actividades productivas como la lechería (durante todo el año) y el beneficio tradicional del café (fin de año) son críticas por el consumo excesivo de agua; además, la ocupación agroturística de la zona en esta misma época genera conflictos, lo que obliga a los campesinos a implementar propuestas como la desarrollada en el presente estudio.

Se puede observar que la actividad cafetera —que es la principal de la zona— es la que genera más número de empleos por m<sup>3</sup> de agua cuando posee beneficio ecológico —casi 18 veces más que el beneficio tradicional—, y además es la que más ingreso por volumen de agua puede obtener; por otra parte, la actividad lechera es la de menor ingreso y número de empleos generados; cabe resaltar que esta actividad es la que tiene un menor ingreso por m<sup>3</sup> de agua. El engorde de terneros genera más ingresos por volumen de agua que el engorde de cerdos, debido al ahorro de agua que se genera en el lavado de las pesebreras en seco a diario y con agua solo una vez por semana, mientras que en las cocheras de lavado con agua se realiza a diario; esto también se observa en una mayor proporción cuando se comparan los índices del engorde de terneros con la lechería.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

## MÚLTIPLES USOS DEL AGUA EN UNA CUENCA DE LOS ANDES Y SU RELACIÓN CON EL USO DEL SUELO

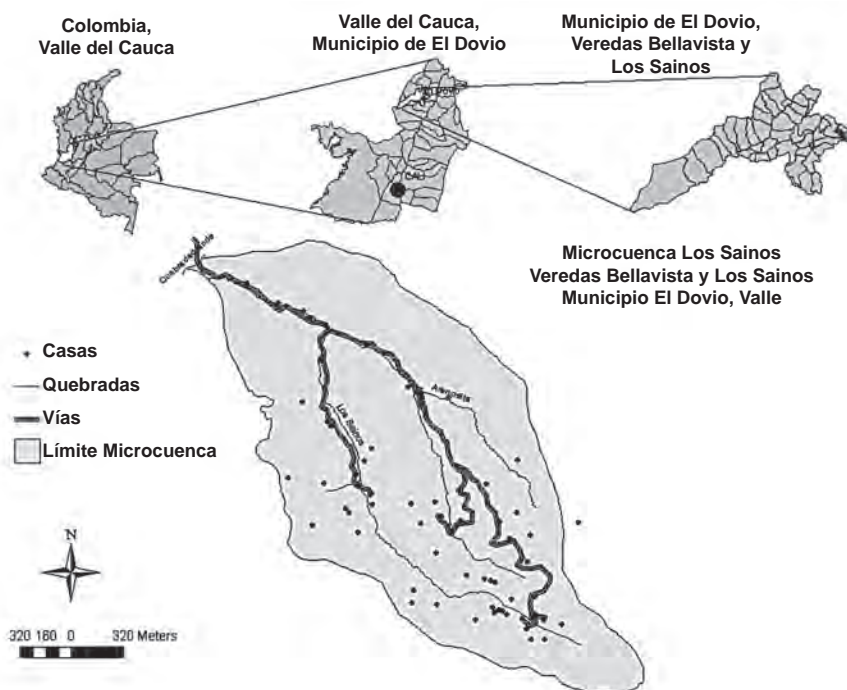
*Clara Eugenia Roa*<sup>18</sup>

La microcuenca Los Sainos, con 447 ha, está ubicada en el municipio de El Dovio (Valle del Cauca, Colombia), y comprende las veredas Bellavista y Los Sainos como se observa en la figura 10.1. El municipio se encuentra en el noroccidente del Departamento del Valle del Cauca (Colombia), en la cordillera occidental. La mayor altura en la vereda Bellavista es de 1.870 msnm y la menor altura en Los Sainos es de 1.570 msnm. En Bellavista nacen las quebradas Los Sainos y Arenosa, esta última se encuentra con Arenosita en la parte baja y luego se une con la quebrada Los Sainos para desembocar en Quebradagrande. En la microcuenca hay 58 casas de familia, dos escuelas, una casa de hospedajes en la vereda Bellavista de la Reserva El Ciprés y una casa para una organización de mujeres –Las Amigas del Buen Sabor– dedicadas a la preparación de alimentos.

Los usos del suelo en la microcuenca están relacionados con la ganadería, los cultivos, el cuidado de cerdos y de gallinas. Se observan grandes diferencias en los usos del suelo entre la parte alta y media frente a la parte baja. Mientras que en las dos primeras el porcentaje de bosque es de 15%, en la parte baja sólo es de 9%; la parte baja está más dedicada al pastoreo ya que tiene 59% de área dedicada a potreros y un porcentaje de área de 35% dedicada a cultivos, mientras que la parte media tiene 35% de área dedicada a potreros y 46% dedicada a cultivos, la parte alta dedica a los potreros un porcentaje de 29% y al cultivo 41%.

---

<sup>18</sup> Ingeniera Química, MSc en Ingeniería, Fundación Evaristo García



*Figura 10.1 Localización de la microcuenca Los Sainos.*

En cuanto a actividades pecuarias, en la figura 10.2 se observa una mayor población de gallinas (322 animales) en la parte baja, a diferencia de las partes media y alta que tienen 159 y 160 respectivamente, mientras que en la parte media no se crían tantos cerdos como en las otras partes de la microcuenca, siendo su población de sólo 21 cabezas comparada con la de las parte baja y alta con 80 y 88 respectivamente. Igualmente hay una población mayor de ganado en la parte baja igual a 89 cabezas, 19 más que en la alta y 39 más que en la media.

El 84% de las casas se surten de agua de la misma microcuenca, siendo la mayoría de las casas abastecidas por la quebrada Los Sainos (75%), la quebrada Arenosa abastece un 5% de las viviendas y la quebrada Arenosita un 3% (figura 10.3). Las fuentes de agua externas a la microcuenca son la quebrada Quebradagrande que surte un 13% de las viviendas y la quebrada La Estrella un 3%. La gran mayoría de las casas (88%) hierven el agua que consumen para beber y preparar alimentos. Sólo en siete casas no lo hacen, tres en la parte alta y media y una en la parte baja. En la parte alta hay ocho casas que utilizan filtros de arena y sólo una en la parte media. Dos casas utilizan tratamiento con cloro para desinfectar el agua.

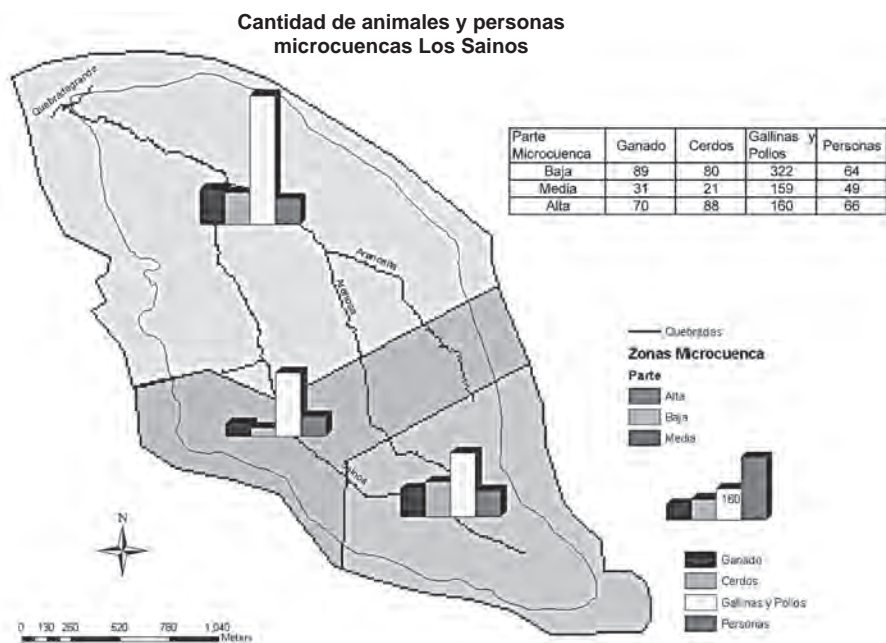


Figura 10.2 Población humana y animal en la microcuenca.

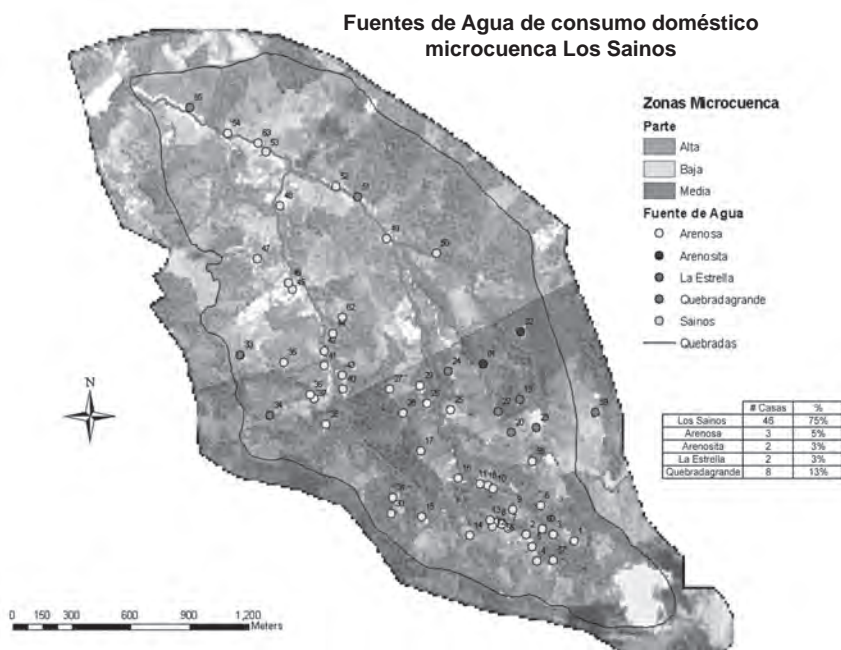


Figura 10.3 Abastecimiento de agua en las viviendas de la microcuenca.

**Tratamientos aguas residuales**  
microcuencas Los Sainos

**Tratamientos aguas residuales**

- + Ningún Tratamiento
- Laguna
- Canales
- Biodigestor
- Pozo séptico

**Zonas Microcuenca**

**Parte**

- Alta
- Baja
- Media

— Quebradas

0 150 300 600 900 1.200 Meters

N

## OBJETIVO

142

---

## METODOLOGÍA

Para desarrollar la investigación se convocaron los estudiantes de secundaria entre los 11 y 17 años residentes en la cuenca. Doce estudiantes participaron en el proyecto en las fases de planeación del trabajo de campo, el análisis de los resultados, la presentación de los resultados a la comunidad y la propuesta de mejoras. Para la medición de los consumos de agua y las comparaciones de consumos entre las 58 familias que viven en la cuenca, esta se dividió en tres zonas: alta, media y baja. Se midió el consumo en seis casas de cada zona para un total de 18 casas, usando un día para hacer la medición en cada zona desde las 7.00 a.m. hasta las 5.00 p.m. Los consumos por fuera de este horario se supusieron como 1/3 de excedente en lavado de platos, 1/3 de excedente en vaciado del inodoro y 1/3 de excedente en higiene personal.

Usando equipos sencillos como un cronómetro, una bureta, un balde y formatos de registro, se midió la cantidad de agua empleada para cada uso: lavado de platos, preparación de alimentos, bebida, ducha, lavado personal (manos y dientes), inodoros, lavado de ropa y aseo de la casa y otros usos domésticos como lavado de moto. También se midieron otros consumos como el riego de la huerta, riego de cultivo, bebida para gallinas, aseo y bebida para cerdos y lavado de café. Para la medición del agua saliente de mangueras o llaves (por ejemplo de la llave de la cocina o el lavamanos) se usó el método de la llave, midiendo el flujo en cada una de ellas y anotando el tiempo en el que está abierta, obteniendo así el volumen total. Para medir el agua consumida desde un tanque (por ejemplo en un lavadero), se midió el volumen del recipiente usado y las veces en las que se usó el recipiente, obteniendo el volumen total. La cantidad de agua disponible en el acueducto se midió en las dos bocatomas principales de la quebrada Los Sainos, la fuente de agua de mayor importancia, a través de aforos en los tubos de captación del agua. El aforo se hizo tomando el tiempo en que se llenaba un balde de un volumen determinado.

Se obtuvieron imágenes satelitales de la microcuenca. Sobre una imagen satelital (Ikonos, 2004) se ubicaron las quebradas y se hizo un reconocimiento, ubicando los nacimientos, las bocatomas y los tanques de almacenamiento de agua. Del mismo modo, se ubicaron los puntos de muestreo, se identificaron para ellos las zonas de influencia y las zonas de amortiguamiento, y el número de animales y personas que habitan sobre estas áreas. Se retomó adicionalmente información disponible para la zona correspondiente al año 2003 (Roa y Brown, 2005).

Se realizaron cuatro tipos de muestreo: muestreo exploratorio (1) con el fin de determinar los mejores puntos para el muestreo de línea base (2), que permitan continuar con un seguimiento en la calidad del agua, y



---

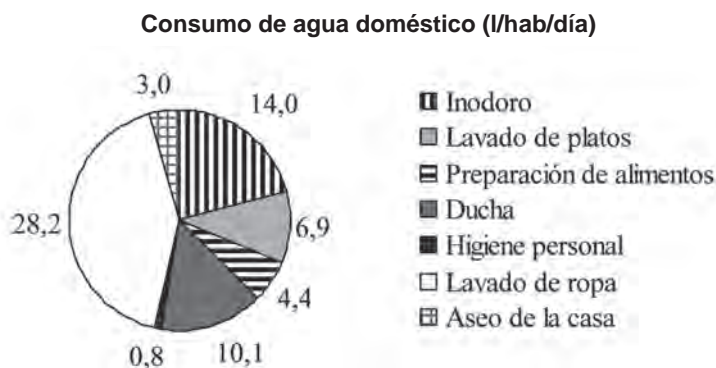
establecer los puntos más significativos en cuanto a cambios en la calidad del agua para el muestreo causa-efecto (3), y muestreo de cumplimiento (4) que permite comparar frente a los requisitos legales de calidad del agua. Para el muestreo exploratorio se midieron los siguientes parámetros: Conductividad, sólidos disueltos totales, pH, oxígeno disuelto, temperatura. Para el muestreo de línea base se midieron: los tres primeros anteriores y turbiedad, coliformes fecales y totales, dureza cálcica y total, nitratos y fosfatos. Para el muestreo de causa-efecto sólo se tomaron los parámetros de conductividad, sólidos disueltos totales, dureza cálcica y total y para el muestreo de cumplimiento se tuvieron en cuenta los mismos parámetros del muestreo de línea base, excluyendo dureza cálcica y total, nitratos y fosfatos.

## RESULTADOS

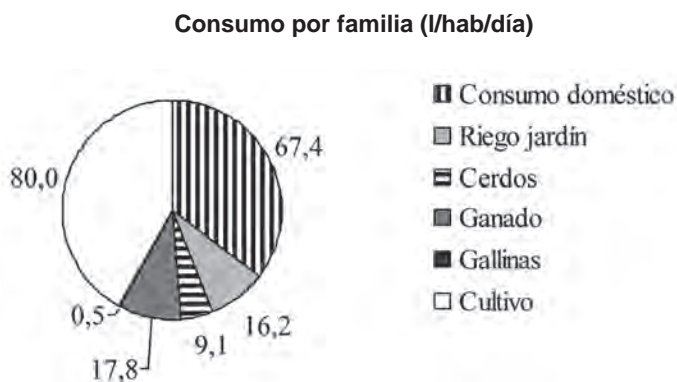
Una familia promedio de la microcuenca Los Sainos está constituida por 4 personas, con 1 perro, 10 gallinas, 5 cerdos y 5 cabezas de ganado, con 350 m<sup>2</sup> de cultivo, y un jardín alrededor de la casa, puede gastar 191 l/hab. día, en los usos domésticos y productivos, incluyendo riego de cultivos, y el cuidado de animales. Se debe tener en cuenta que este consumo corresponde a un día en el que hubo riego, sin embargo no todos los días se realiza esta actividad. Normalmente se hace cada tres días en temporada seca. Si esta misma familia tiene un cultivo de café, el consumo se incrementa para su procesamiento hasta 249 l/hab. día. Se debe tener en cuenta que el cultivo de café en esta zona no se riega y que este uso tampoco es de todos los días del año. Si además una familia tiene un estanque de peces en su finca, el consumo de agua se incrementa hasta 669 l/hab. día.

No se encontraron diferencias significativas entre los consumos domésticos de las partes alta, media y baja de la microcuenca de Los Sainos, aunque hay un mayor consumo en la parte baja de la cuenca de 83 l/hab. día frente a 66 y 70 l/hab. día de la parte media y alta respectivamente. La distribución del consumo promedio de las familias (67 l/hab. día) en la cuenca se muestra en la figura 10.5. Este consumo doméstico está por debajo del valor encontrado en Colombia, el cual va desde 80 hasta 240 l/hab. día (Corcho, 2005; López, 2006). Se anota que la implementación de inodoros de bajo consumo en la microcuenca realmente implica un menor consumo de estos artefactos en comparación con el reportado en la literatura (casi 50% del consumo doméstico). La figura 10.6 presenta la distribución del consumo incluyendo actividades productivas. Los consumos productivos de la microcuenca son en su mayoría para el cuidado de animales –cerdos, gallinas, ganado– y para riego de cultivos.





*Figura 10.5 Distribución del consumo promedio en la microcuenca Los Sainos.*



*Figura 10.6 Distribución del consumo incluyendo actividades productivas.*

En la tabla 10.1 se observa que para el ganado, el consumo de la microcuenca es inferior al relacionado en Ramírez (1992). Esta diferencia puede existir, al estar el ganado a campo abierto en la microcuenca y no usar agua para el lavado de establos, siendo únicamente utilizada para la bebida de estos animales. La cantidad usada para las gallinas en la parte baja y alta está dentro del rango establecido por Ramírez, pero se debe tener en cuenta igualmente que éstas se mantienen en el campo y no se usa agua para la limpieza de galpones y además, el número máximo de gallinas en una finca es de 20 animales aproximadamente. Para el cuidado de cerdos existe una diferencia levemente significativa entre el consumo de la parte alta y baja, siendo esta última superior en aproximadamente 35 l/cabeza día.

*Tabla 10.1 Consumo pecuario en la microcuenca Los Sainos.*

Tipo de uso	Consumo (l/unidad día)			
	Los Sainos			Literatura*
	Baja	Media	Alta	
Ganado	8	-	14	45
Cerdos	47	-	10	16
Gallinas (x100 animales)	21	15	37	20-40

\* Ramírez (1992)

Esto se debe a que las personas de la parte alta de la microcuenca usan llave en la manguera, lo que permite detener el flujo de agua en medio del remojo de las cocheras y la limpieza final, mientras que en la parte baja se deja la manguera abierta por aproximadamente media hora mientras se limpia cada una de las cocheras, barriendo el estiércol. Sin embargo, se encontraron otras formas de limpieza de las cocheras en la parte baja, que no tienen desperdicio de agua y es el uso de baldes con agua tomada desde un tanque de almacenamiento. Con la utilización de este método de uso de agua, el consumo es de 10 l/cabeza día, igual al usado en la parte alta de la microcuenca.

En la tabla 10.2 se observan los otros consumos medidos en la microcuenca. En la parte baja se midieron estos consumos en dos días diferentes. En la parte baja se ha prohibido el uso del agua del acueducto para el riego y por lo tanto las personas deben sacar el agua para este uso de una fuente distinta. Se observa entonces que el lavado de café, riego de cultivos y el agua usada para estanque con peces requieren mayor cantidad de agua y las fuentes para estos dos últimos es distinta al acueducto.

*Tabla 10.2 Otros consumos*

Tipo de uso	Otros consumos (l/día)			
	Parte baja (primer día)	Parte baja (segundo día)	Parte media	Parte alta
Riego de cultivo	260	13.675	-	320
Riego de jardín	28	-	-	42
Lavado de café	79	230	-	-
Fuga de agua	374	-	-	-
Estanque de agua		-	1.679	214

La tabla 10.3 muestra la cantidad de agua estimada para riego en litros/ciclo, es decir, la cantidad de agua necesaria para cada cultivo desde la siembra hasta la cosecha. Para conocer la cantidad de agua en litros/ciclo con la información recolectada, se toma el agua consumida para cada cultivo en el área estimada y se multiplica por el número de días, pero teniendo en cuenta que en la microcuenca sólo se riega cada tercer día. Para comparar esta información con lo recomendado por la FAO (Food and Agriculture Organization), cuya medida es en milímetros de lámina de agua, se multiplica este dato por el área del cultivo y esto se lleva a litros. En la tabla 10.3 se observan las diferencias entre el agua usada para riego en la microcuenca Los Sainos y lo recomendado por la FAO (Doorenbos, 1986): los cultivos regados en Los Sainos con aspersor presentan mayor consumo de agua que el recomendado por la FAO y sólo el cultivo de repollo que es regado con regadera está por debajo del valor recomendado.

*Tabla 10.3 Consumo de agua para riego*

Cultivo	Ciclo (días)	Los Sainos			Recomendado por FAO*
		Área aproximada (m <sup>2</sup> )	Consumo (l/día)	Ciclo (l/ciclo)	Ciclo (l/ciclo)
Repollo	140	352	320	14.933	133.760
Fríjol	240	240	6.312	504.960	103.200
Pimentón	150	280	7.363	368.173	210.000
Habichuela	120	4	1.393	57.732	21.600
Pepino	250	476	12.282	1.023.475	54.740

\* Doorenbos *et al.* (1996)

Las buenas prácticas en el uso del agua observadas por los jóvenes investigadores durante las mediciones del consumo fueron las siguientes:

- Ahorro de 5 a 10 l/hab día en la descarga del inodoro al hacerlo sólo en caso de excretas.
- Reuso de agua de lavado de ollas para la alimentación de animales como cerdos (aguamasa) que corresponde a un reuso de aproximadamente 2 l/día.
- Uso de agua lluvia.
- Riego sólo en época seca.
- Flotadores en tanques de almacenamiento de agua y llaves terminales en mangueras.

---

Las prácticas inadecuadas observadas durante el muestreo, que aumentan el consumo de agua fueron:

- Fugas de agua (por ejemplo, de conexión de manguera a llave), desperdicio de aproximadamente 350 l/día.
- Mangueras abiertas innecesariamente por espacios de tiempo para el lavado de cocheras, desperdicio de 35 l/cabeza día aproximadamente.

La parte alta de la microcuenca –donde ha habido mayor influencia de organizaciones no gubernamentales como el CIPAV, Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria, que han apoyado el manejo sostenible de los recursos naturales– cuenta con tecnologías para un mejor uso del agua. Entre ella se tiene: utilización del agua lluvia, uso de flotadores en los tanques de almacenamiento de agua para impedir el desborde del agua, llaves en el extremo de las mangueras para el lavado de las cocheras y riego con regadera, lo que localiza más el agua en la planta.

Frente a la calidad del agua, los parámetros de *conductividad y sólidos disueltos totales* mostraron cambios en la calidad a lo largo de la cuenca. Aumentos en estos parámetros indican un impacto en la calidad del agua por descargas de aguas servidas provenientes de la limpieza de las cocheras (conductividad de 180 a 240 s/cm) y otro por un tanque séptico en mal funcionamiento (de 150 a 190  $\mu$ s/cm). En la parte superior de la cuenca en un área protegida, el agua proveniente de un humedal aumentaba su conductividad (de 80 a 140  $\mu$ s/cm) pero esto debido a la carga con sales naturales del suelo, comprobado luego con el parámetro de dureza cálcica y total (dureza total de 39 a 65 mg/l  $\text{CaCO}_3$ ).

Comparando los parámetros de calidad del agua de la cuenca frente al Decreto 475 de 1998 (vigente al momento del muestreo) para agua potable y agua segura –dado que no hay tratamiento de agua–, se cumple con los rangos establecidos para conductividad, sólidos totales, pH a excepción del humedal de donde no se capta agua, dureza cálcica y total y nitratos, pero incumple con los rangos de turbiedad, coliformes fecales y totales y fosfatos. Esto último debido a las descargas de las cocheras, pozos sépticos y el acceso del ganado a las corrientes de agua. En la misma microcuenca se encontró que los filtros de arena individuales para el tratamiento del agua de consumo directo son una solución efectiva y económica para eliminar microorganismos y llevar la turbiedad al rango aceptado (menor de 5 UNT). Frente a los rangos definidos para los usos recreativo, agrícola y pecuario según el Decreto 1594 de 1986 (pH, nitratos, coliformes fecales y totales) se cumplen todos los parámetros a excepción de los coliformes.

---

## CONCLUSIONES

El consumo doméstico rural en esta cuenca de los Andes (67 l/hab. día) es muy bajo si se compara con los estándares colombianos (89 a 240 l/hab. día) y aún cuando se considera el consumo para los usos que en el sector rural son básicos como el cuidado de los animales, el jardín, la huerta o los cultivos y para lavar el café, el consumo está sólo un poco por encima del máximo para los estándares colombianos (249 l/hab. día).

La comparación del consumo de agua de los usuarios frente a la disponibilidad de la fuente que los abastece, pone en alerta a las juntas administradoras del agua en el sector rural para la toma de medidas que mitiguen la escasez del agua en los años secos. Por otra parte, aún en zonas protegidas se encontraron coliformes fecales, lo que hace necesario un tratamiento para el consumo humano a nivel domiciliario si no se construye una planta de tratamiento.

La participación de los jóvenes fue clave para la apropiación del conocimiento y la participación de la comunidad en la presentación de los resultados, discusión de temas ambientales y alternativas de manejo. Realizar investigación en recursos naturales con jóvenes promueve el interés de los adultos, pues comparten las tecnologías que manejan y facilitan el intercambio de conocimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADERASA, Asociación de entes reguladores de agua potable y saneamiento de las Américas (2005). Base de datos e indicadores de gestión para agua potable y alcantarillado: Benchmarking
- CORCHO ROMERO FH (2005). Acueducto: teoría y diseño. Universidad de Medellín. Colombia
- DOORENBOS J, KASSAMAH, BERTNELSEN CLM BRANSCHIED V. (1996). Yield response to water. FAO. Irrigation and drainage. Paper 33. Italy
- IMAGEN IKONOS 06/15/2004, Proveedor Space Imaging, [www.spaceimaging.com](http://www.spaceimaging.com). Geo 1m Ortho Kit.
- LÓPEZ CUALLA RA (2006). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado. Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1984). Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984. Republica de Colombia.
- MINISTERIO DE SALUD (1998). Decreto 475 de 1998. En Diario Oficial No. 43259 del 16 de Marzo de 1998. República de Colombia.
- RAMÍREZ RM (1992). Guía de planificación del uso del agua. Estadísticas del recurso agua en Colombia HIMAT, Ministerio de Agricultura. Colombia.

### **MÚLTIPLES USOS DEL AGUA EN LA VIVIENDA: USOS Y PRIORIZACIÓN CON PERSPECTIVA DE GÉNERO. CASO COSTA RICA (VALLE)**

*Andreína Ríos Rúa y Vladimir Correa Campo<sup>19</sup>*

En Colombia, los métodos de diseño de sistemas de acueducto han sido implementados basados en el consumo de agua principalmente para uso humano y doméstico. Costa Rica es un asentamiento rural del municipio de Ginebra (Valle del Cauca, Colombia), en el cual (como en todo asentamiento rural en Colombia y en el mundo) las familias desarrollan actividades productivas de pequeña escala en el predio familiar; es usual encontrar la cría de cerdos, gallinas y actividades agrícolas como el cultivo de uva y mora, que dependen del acceso al agua. En muchas ocasiones estas actividades son la principal fuente de sustento de las familias rurales. En la localidad se cuenta con una fuente superficial de agua, de la cual el acueducto local capta el agua para el abastecimiento de la comunidad y difícilmente se pueden encontrar otras fuentes de abastecimiento para suplir las necesidades de agua que implican tales actividades productivas, con excepción del agua lluvia que es una fuente inexplorada.

Con este estudio se buscó cuantificar el agua utilizada para actividades agropecuarias de pequeña escala y determinar la priorización dada al recurso por los hombres y las mujeres, con la colaboración de la comunidad. Los resultados revelan que las cantidades de agua que demandan las actividades productivas de pequeña escala son importantes; además, que para las mujeres, quienes son usualmente las encargadas de estas actividades y quienes reciben ingresos económicos derivados de ellas, la cantidad de agua destinada para las mismas es más importante que para los hombres,

---

<sup>19</sup> Ingenieros Sanitarios

quienes en la mayoría de los casos obtienen su sustento económico mediante actividades desarrolladas fuera del hogar; por lo cual se encontró que ellos le dan prioridad al agua para sus necesidades personales.

### ÁREA DE ESTUDIO

Costa Rica es una cabecera de corregimiento en el municipio de Ginebra, ubicado en el centro del Departamento del Valle del Cauca (Colombia) (figura 11.1), con aproximadamente 5.000 habitantes (alrededor de 1.000 viviendas). Surgió principalmente por el desplazamiento de familias que huían de la guerra de los *Mil Días* desde los Departamentos del Tolima y Caldas; las labores desempeñadas por ellos eran la minería, la agricultura y la construcción del ferrocarril del Pacífico (ASUALCAN, 2000). Hoy en día, pocas familias se dedican a la minería, y en cambio tienen como actividad económica básica las labores varias, principalmente en la cabecera de corregimiento. Sin embargo se presentan actividades productivas en poco más del 50% de las viviendas, las cuales corresponden a pequeñas actividades pecuarias –crianza de cerdos y aves– y pequeños huertos, además hay pequeñas actividades comerciales (tiendas, misceláneas, bares, etc.). Según el DANE (2005), en las zonas rurales de Ginebra las familias se consideran como pobres pues los ingresos familiares alcanzan o superan pero en poco, el salario mínimo mensual establecido.



Figura 11.1 Localización del Corregimiento de Costa Rica en el Valle del Cauca.



---

## METODOLOGÍA

Se visitaron en total 162 viviendas en Costa Rica, las cuales se encuestaron con ayuda de la comunidad y la colaboración de ASUALCAN –asociación de usuarios encargada de la administración de los servicios de agua y saneamiento en la localidad– y del Instituto Cinara. Con la aplicación de la encuesta y con información suministrada por ASUALCAN, se logró determinar el número aproximado de animales (cerdos y gallinas) existentes en el momento, para poder estimar cuáles eran las demandas de agua para los usos, diferenciados en doméstico y productivo de pequeña escala. Adicionalmente, se realizaron aforos para medir las cantidades de agua que requieren las actividades productivas –cría de cerdos o gallinas–, usando los micromedidores recientemente instalados en las viviendas del corregimiento; con los datos obtenidos fue posible determinar los consumos promedio de cada una de las actividades y las demandas por unidad (un solo animal). Además, se tomaron los datos de consumo registrados por ASUALCAN durante los siguientes seis meses desde la implementación de la micromedición por parte del PAAR (Programa de abastecimiento de agua para la zona rural del Valle del Cauca) y se obtuvo así el consumo total de agua en las viviendas.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se distribuyen en cuatro temas: aspectos generales de la vivienda y la población, actividades productivas de pequeña escala en la vivienda, demanda de agua y priorización del uso del agua con perspectiva de género. En el 28% de los hogares, la mujer es la cabeza de familia, dato similar al promedio nacional (30%). El 35% de los (las) jefes de hogar realizan oficios varios y el 21% son amas de casa cuya familia por lo general sobrevive con las actividades productivas de pequeña escala que realizan en el hogar.

En el 52,7% de las viviendas se desarrollan actividades productivas de pequeña escala. En el 67,82% de estas viviendas es la mujer la encargada de tales actividades. Las actividades de pequeña escala a cargo del hombre se presentan, según las discusiones con los participantes, cuando representan la principal actividad de sustento de la familia. La actividad productiva que más se desarrolla en los predios en la zona de estudio es la cría de animales; los cerdos representan un poco más de la mitad de las actividades productivas de pequeña escala en la vivienda, mientras que las actividades denominadas comerciales de pequeña escala como farmacias, misceláneas, tiendas, panaderías, peluquerías, entre otras, se desarrollan en un cuarto de las viviendas encuestadas. Hay presencia de ganado vacuno, aunque en menor proporción, principalmente en predios perimetrales de la localidad.

---

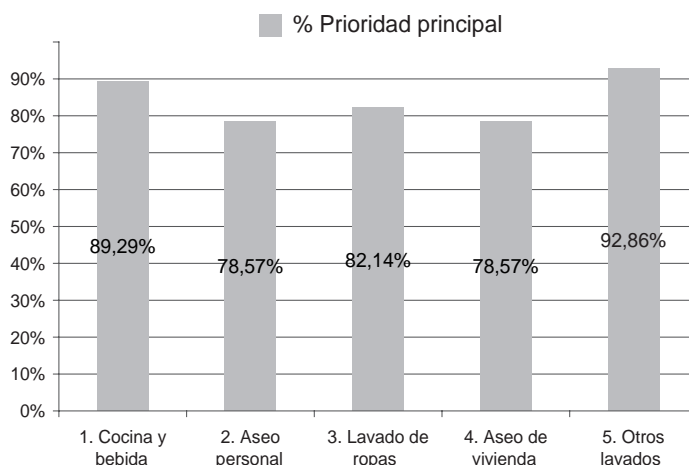
Según los participantes, la cría de cerdos es una tradición en la localidad, que se volvió un problema incluso de convivencia –por los olores–, en la medida en que el asentamiento creció de forma concentrada. La actividad se desarrolla en los patios de las casas, que han sido acondicionados con cocheras. Por lo general, se tienen de forma permanente unas pocas cerdas y un semental; los lechones se venden jóvenes. Las personas que tienen esta actividad indican que se ha pretendido hacer aplicar el Código de Policía –vigente para zonas urbanas– que prohíbe tener cría de animales en las viviendas por razones de salud pública. Adicionalmente, las personas señalaron las dificultades en el desarrollo de la actividad por la prohibición de uso del agua en el reglamento del acueducto y la reciente instalación de micromedidores –para pagar en un futuro por lo que se consume–, el alto costo de los alimentos para los animales y las caídas en los precios de venta. Para la comunidad, tener hasta alrededor de cinco cerdos es una actividad pequeña, llevada a cabo por las mujeres, mientras que con un número mayor de cerdos, sin contar lechones, es una actividad de los hombres para sostener la familia. El agua del acueducto se usa tanto para la bebida de los animales como para la limpieza de las cocheras; son pocas las personas que practican la limpieza en seco. Llama la atención que ni las personas que llevan a cabo pequeñas actividades de comercio, ni ASUALCAN, ni las personas participantes identifican las actividades comerciales como consumidoras de agua.

Prácticamente, la única fuente de abastecimiento de la población encuestada es el acueducto. Sólo unos pocos utilizan el agua lluvia para riego (19,14%) o el agua gris para aseo de la vivienda (6%). La población del corregimiento utiliza 956 m<sup>3</sup>/d para consumo doméstico. El agua para cerdos y aves representa el 12,45% (145 m<sup>3</sup>/d) y el 6% (69 m<sup>3</sup>/d) del agua consumida, respectivamente. Con base en estos consumos, se estableció que el consumo unitario es de 120 l/cerdo d y 40 l/gallina d –principalmente para lavado de corrales–, mientras que los consumos doméstico, comercial y pérdidas internas en la vivienda representan 191 l/p d y el 81,7% del consumo diario registrado. Se anota que la dotación admitida para este tipo de población según el RAS 2000 puede variar entre 100-150 l/hab. d. En términos de población, el consumo diario registrado de agua equivale a una dotación de 332,6 l/hab. d, mayor que la especificada por el RAS 2000 y el consumo mensual aproximado por usuario de 40 m<sup>3</sup> es mayor que el consumo básico de 20 m<sup>3</sup>/usuario mes especificado en Colombia por la agencia de regulación.

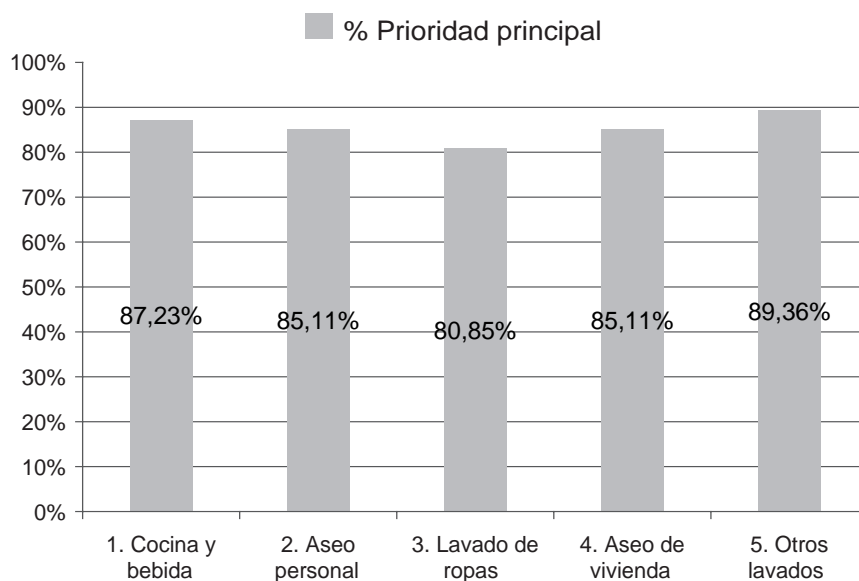


*Fotografía 11.1 Cría de cerdos en los patios de las casas en Costa Rica. (Tomada por Stef Smits (IRC) (2006).)*

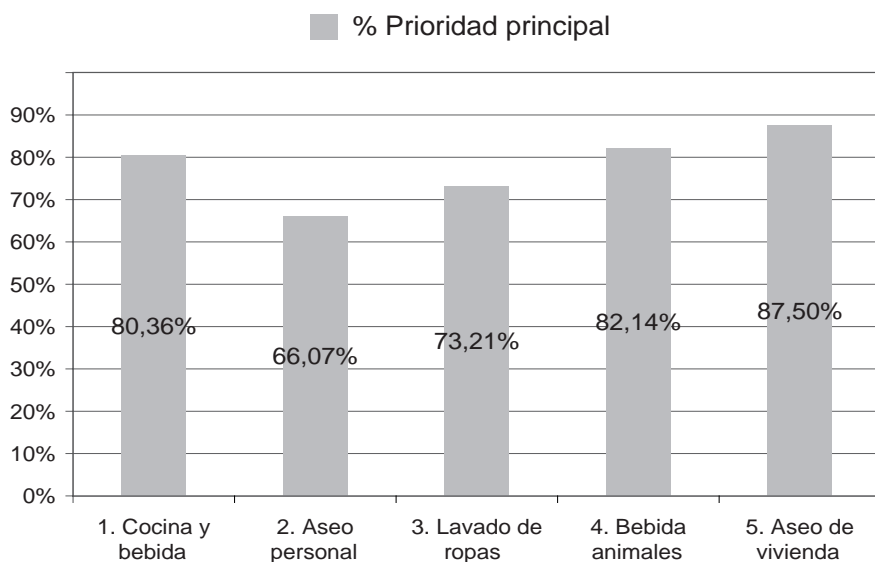
En la figura 11.2 y la figura 11.3 se refleja cómo se prioriza el uso del agua en las viviendas que no cuentan con actividades productivas, siendo el nivel de importancia decreciente de izquierda a derecha (izquierda 1: más importante, derecha 5: menos importante). Se observa que el orden de prioridad en los usos es el mismo para hombres y mujeres. En cambio, cuando hay actividades productivas, el orden cambia, pues para la mujer el agua para la bebida de los animales tiene un tercer lugar por encima del agua para el aseo de la vivienda y del lavado de la ropa (figura 11.4 y figura 11.5).



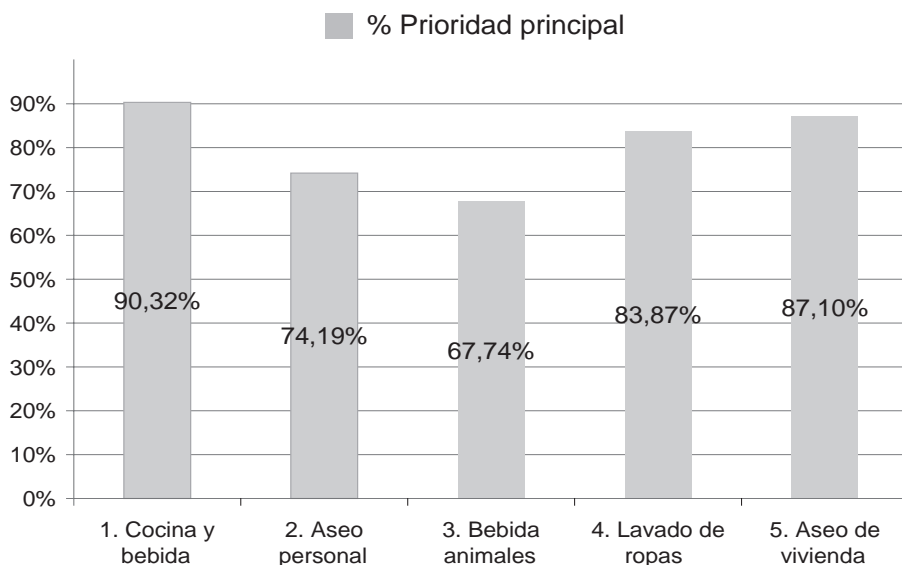
*Figura 11.2 Priorización según hombres en viviendas sin actividades productivas.*



*Figura 11.3 Priorización según mujeres en viviendas sin actividades productivas.*



*Figura 11.4 Priorización según hombres en viviendas con actividades productivas.*



*Figura 11.5 Priorización según mujeres en viviendas con actividades productivas.*

Para los participantes en el estudio fueron sorprendentes estos resultados, pues se esperaba un consumo más alto dado que, tradicionalmente, en el sector de agua se ha considerado como un gran desperdicio el agua usada para la agricultura o la cría de animales, especialmente cerdos. ASUALCAN consideró importante ahora, establecer qué porcentaje representan las pérdidas internas de la vivienda en el consumo. Como medida de apoyo a los usuarios para el control de las pérdidas internas, ASUALCAN abrió un almacén de venta de repuestos y presta actualmente el servicio de arreglo de instalaciones intradomiciliarias, que se cobra en la tarifa. En el programa de Uso eficiente de agua que debe presentar la organización a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios ha incluido un taller de capacitación para la comunidad, especialmente mujeres, sobre la reparación de instalaciones intradomiciliarias, principalmente llaves e inodoros, que fueron los dos artefactos identificados con mayores problemas de daño en las visitas a los domicilios. A la finalización de esta investigación, los participantes todavía no habían llegado a un acuerdo acerca del tratamiento que se debería dar a las actividades pecuarias dado que por una parte, son importantes para las mujeres y por otra, representan la fuente de sustento de muchas familias, además de ser una tradición cultural de la población. Todavía flotaba en el aire la propuesta inicial de obligar a la eliminación de las actividades agropecuarias en la vivienda en nombre de un uso eficiente del agua, como determina la normatividad técnica (RAS 2000) y el reglamento del acueducto.

---

## CONCLUSIONES

Los hogares tienen como jefe una mujer en el 28% de las viviendas muestreadas y son quienes a menudo se dedican a las actividades productivas de pequeña escala en la vivienda, sin embargo también se desempeñan laboralmente en oficios varios como la mayoría de los hombres. En el 52% de las viviendas se desarrollan actividades productivas de pequeña escala, en el 52% de estas viviendas se crían cerdos, en el 21% se tienen gallinas y en el 24% se llevan a cabo actividades de pequeño comercio como farmacias, panaderías y peluquerías, entre otras. Estas actividades están a cargo de las mujeres en el 68% de las viviendas.

La fuente principal de agua para las actividades productivas de pequeña escala es el acueducto, solamente se complementa en una baja proporción con agua lluvia y residual para el aseo de la vivienda (6%) y el riego de plantas (19,14%). La demanda unitaria para las actividades pecuarias es de 40 l/gallina/d y 120 l/cerdo/d, lo que representa 69 m<sup>3</sup>/d (6%) y 145 m<sup>3</sup>/d (12%) de agua, respectivamente. El consumo humano y doméstico (como lo define el RAS 2000), el pequeño comercio y las pérdidas en la vivienda se estiman en 191 l/p/d que representan 956 m<sup>3</sup>/d (82%). Esto equivale a una dotación de 332,6 l/hab/d y a 40 m<sup>3</sup>/usuario mes, que son mayores que el consumo especificado por la normatividad colombiana.

Cuando en las viviendas no se realizan actividades productivas de pequeña escala, el uso del agua lo priorizan de la misma forma tanto hombres como mujeres. En las viviendas donde se realizan estas actividades, las mujeres priorizan el uso del agua para los animales en tercer lugar, luego del uso para cocina y aseo personal, mientras que los hombres lo ubican en cuarto lugar, solo por encima del uso en aseo de la vivienda. Esta priorización es diferente a la que se tiene institucionalmente, que es sectorial, donde se coloca en primer lugar el consumo humano y doméstico, en segundo lugar la agricultura y en tercer lugar las actividades pecuarias.

## **BIBLIOGRAFÍA**

DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (2005).  
Censo Nacional. Colombia.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**



**FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y  
ALCANTARILLADO EN ZONAS RURALES BAJO EL CONCEPTO DE  
USOS MÚLTIPLES DEL AGUA. CASO COSTA RICA (VALLE)**

*Ronald Jefferson Castro y Marcelo Vladimir Delgado<sup>20</sup>*

En el corregimiento de Costa Rica, municipio de Ginebra (Valle, Colombia), existe una clara demanda de agua para llevar a cabo actividades productivas a pequeña escala, actividades como riego, ganadería, procesamiento de productos agropecuarios o microempresas; para este caso, la cría de cerdos es la actividad más representativa en todo el corregimiento. Dicha actividad es desarrollada principalmente por las mujeres, con la cual se produce un ingreso que contribuye a sustentar la economía familiar. Sin embargo, los sistemas de abastecimiento de agua son diseñados para atender solamente las necesidades domésticas y no incluyen agua para otros usos o inclusive los prohíben. Eso afecta la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado, causando el colapso de los mismos, lo que genera conflictos entre la comunidad y con la organización administradora de los servicios.

La comunidad de Costa Rica cuenta con 5.000 habitantes. El principal acueducto de la localidad abastece a 868 suscriptores, el resto de la población se surte de otro acueducto local más pequeño. El acueducto principal es administrado por la asociación de usuarios del servicio de agua potable, alcantarillado y aseo de Costa Rica (ASUALCAN), una asociación de índole comunitaria. El agua residual es vertida a un alcantarillado convencional diseñado como alcantarillado sanitario (sólo aguas residuales

---

<sup>20</sup> Ingenieros Sanitarios

domésticas) pero que en realidad funciona como alcantarillado combinado recibe también aguas lluvias.

El objetivo de esta investigación fue identificar la influencia que tiene sobre el sistema de alcantarillado el uso múltiple del agua del acueducto principal de la localidad, especialmente el efecto de la actividad pecuaria –cuidado de cerdos– que se realiza en las viviendas en más de la mitad de los predios de Costa Rica.

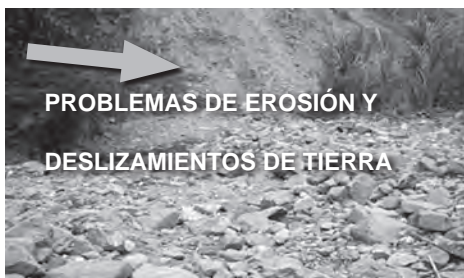
## DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO

### Sistema de acueducto

*Fuente de Abastecimiento:* la fuente de abastecimiento es la quebrada Vanegas, que presenta un caudal aproximado de 16 lps en época de estiaje, de agua en apariencia muy clara y sin problemas organolépticos. La quebrada atraviesa zonas de pastoreo y una precaria zona arbórea. Durante las visitas realizadas se obtuvo información por parte de los lugareños, acerca del deterioro histórico que ha venido sufriendo dicha fuente (fotografía 13.1), puesto que por su cauce es evidente que su caudal algunos años atrás era muy superior al que se registra actualmente. La tabla 12.1 presenta los problemas identificados con la población de la microcuenca y del corregimiento mientras que la tabla 12.2 muestra los resultados de una muestra puntual tomada en la fuente abastecedora del acueducto.

*Tabla 12.1 Diagnóstico de la fuente de abastecimiento*

Fuente abastecedora: quebrada Vanegas	Caudal max. 2,5 m <sup>3</sup> /s - Caudal min. 16 lps
<b>Problemas</b>	<b>Causas asociadas</b>
Disminución progresiva del caudal	Bosques productivos de pino y eucalipto sembrados hasta los bordes de la quebrada, utilizados como insumo en la industria papelera (multinacional Smurfit)
Deslizamiento de tierras en zonas periféricas de la quebrada	Ausencia de barreras vivas y árboles silvestres
Erosión en zonas aledañas al nacimiento de agua	Corte de árboles para convertir las áreas en zonas de pastoreo (pastos)
Indicios de contaminación microbiológica	Zonas de pastoreo que no tienen aislamiento y permiten la entrada del ganado en la fuente.



*Fotografía 12.1 Quebrada Vanegas.*

*Tabla 12.2 Resultados de análisis de la calidad del agua. Quebrada Vanegas (2006)*

Parámetro	Método	Agua cruda	Decreto 475 (*)	Resolución 2115 de 2007(**)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	Filtración por membrana	6	0	0
Coliformes Totales (UFC/100ml)	Filtración por membrana	880	0	0
Turbiedad (UNT)	Nefelométrico	0,35	≤ 5	≤ 2
pH (Unidades)	Potenciométrico	8,4	6,5-9,0	6,5-9,0

(\*) Decreto 475 de 1998 de calidad de agua potable del Ministerio de Salud

(\*\*) Resolución 2115 de 2007. Se compara contra la normatividad del agua potable porque no hay potabilización.

**Bocatoma.** Hasta finales del año 2006, la comunidad de Costa Rica tenía un sistema de abasto muy rudimentario y deficiente. La bocatoma no permitía captar la cantidad de agua requerida por la población a servir, además en el punto geográfico a la altura de la quebrada Vanegas donde estaba situada, el caudal se reducía puesto que las características del suelo en esta parte permiten la infiltración de una considerable corriente de agua que no entraba en la estructura, limitando el caudal requerido por la población a servir. Afortunadamente, en la actualidad, Costa Rica cuenta con un nuevo sistema de abastecimiento. El mejoramiento del sistema incluyó la construcción de una bocatoma lateral, a una cota mayor que la de la bocatoma antigua (fotografía 12.2). La bocatoma capta casi todo el caudal.

*Tabla 12.3 Diagnóstico de la bocatoma*

Estructura	Capacidad lps	Funcionamiento	Mantenimiento y limpieza	Observaciones
Bocatoma, Tipo lateral	50	Correcto	Periódico cada 15 días	La estructura se encuentra en perfecto estado



*Fotografía 12.2 Bocatoma del acueducto principal del corregimiento de Costa Rica.*

*Desarenador:* el desarenador también fue construido a finales de 2006. Tiene un caudal de diseño de 21 lps, funciona adecuadamente y se le hace mantenimiento cada 15 días (fotografía 13.3).



*Fotografía 12.3 Desarenador antiguo y desarenador actual.*

*Tanque de Almacenamiento:* los usuarios del acueducto de Costa Rica no contaban con un cien por ciento de continuidad del servicio (60%), frecuentemente había intermitencias y racionamientos en la prestación del mismo, debido a que el tanque de almacenamiento que funcionó paralelo a las antiguas estructuras de abastecimiento de agua, no tenía la capacidad para almacenar el volumen de agua requerido por los usuarios. El PAAR (programa de abastecimiento de agua rural para el Valle del Cauca) construyó, junto con las demás estructuras mencionadas, un nuevo tanque de almacenamiento de agua con una capacidad de 140 m<sup>3</sup> los cuales sumados a la capacidad de almacenamiento del antiguo tanque (123 m<sup>3</sup>) proporcionan un total de 263 m<sup>3</sup> de agua almacenada (tabla 12.4), que satisface las necesidades de los usuarios, y permite que el servicio se preste las 24 horas del día sin interrupción alguna.

Tabla 12.4 Diagnóstico de los tanques de almacenamiento

Estructura	Capacidad m <sup>3</sup>	Funcionamiento	Mantenimiento y limpieza	Observaciones
Tanque Nuevo	140	Correcto	Cada 15 días	Las estructuras están en perfecto estado
Tanque Antiguo	123	Correcto	Cada 15 días	

*Planta de potabilización:* La planta de potabilización del acueducto es una planta compacta, que nunca prestó su servicio y es una clara evidencia de la pérdida de inversiones por incorrecta selección de la tecnología. Actualmente solo opera el sistema de desinfección, que está compuesto por un flotador dentro de un recipiente plástico de polipropileno de capacidad de 55 galones y regula el nivel de hipoclorito de calcio en el mismo, el fluido pasa hacia un embudo y se dirige por pequeñas mangueras al tanque de almacenamiento. Las mangueras poseen dos dispositivos macrogoteros que aseguran el paso constante del volumen del desinfectante (fotografía 12,4). La tabla 12.5 presenta los resultados de la calidad del agua del acueducto, tomados por la Unidad Ejecutora de Saneamiento en enero de 2008.



Fotografía 12.4 Planta compacta, fuera de servicio, y sistema de desinfección.

Tabla 12.5 Calidad del agua para consumo. Punto de muestreo sede ASUALCAN

Parámetros	Resultado	Decreto 475/98	Resolución 2115/08
<b>Muestra N°</b>	527	<b>Valor admisible</b>	<b>Valor admisible</b>
Coliformes totales microorganismos / 100cc.	0/100	0/100	0/100
<i>Escherichia Coli</i> microorganismos / 100cc	0/100	0/100	0/100
pH	8,08	6,5-9,0	6,5-9,0
Turbiedad (U.N.T)	0,31	<=5	<=2
Color (Pt/Co)	0,7	<=15	<=15
Alcalinidad	138,3	100	200
Dureza total (ppm CaCo <sub>3</sub> )	127,4	160	300

Parámetros	Resultado	Decreto 475/98	Resolución 2115/08
Muestra N°	527	Valor admisible	Valor admisible
Cloruros (mg/L Cl <sup>-</sup> )	11	250	250
Cloro residual libre (mg/L Cl <sub>2</sub> )	0,6	0,2-1,0	0,3-2,0
Sulfatos (mg/L SO <sub>4</sub> )	3	250	250
Hierro total	0,03	0,3	0,3
Conductividad	246	50-1000	1000
Fosfatos	0,05	≤0,2	≤0,5

Fuente: Unidad Ejecutora de Saneamiento del Valle del Cauca Subsele Sur Cali, 2008.

*Conexiones domiciliarias:* la fotografía 13.5 ilustra la caja característica donde se encuentra el micromedidor y la válvula o llave de paso para el suministro de agua de consumo para la vivienda. Se ubica en el andén al frente de cada predio. El estudio realizado permitió evidenciar también que hay fugas en las instalaciones hidrosanitarias internas.



Fotografía 12.5 Cajas domiciliarias.

## SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Aunque diseñado como sistema sanitario, el sistema de alcantarillado de Costa Rica es de hecho de tipo combinado, aunque no transporta la totalidad de agua lluvia de todo el asentamiento poblado. El sistema de alcantarillado tiene aproximadamente 110 cámaras de inspección, distribuidas en todo el corregimiento, y las pendientes de los tramos de tubería se encuentran entre 0,4% a 10%, de tal manera que existen pendientes suaves y altas. Se utiliza tubería de concreto de 8", 10" y 12". La tabla 12.6 muestra la calidad del agua residual.



Tabla 12.6 Calidad del agua residual doméstica. Septiembre de 2006

PARAMETRO	Método	Vertimientos Decreto		1594/84 (*)
		Quebrada La Vaporosa	Quebrada Vanegas	
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	Winkler	5	8	50
Demanda química de oxígeno (mg/l)	Reflujo abierto	8	11	20-30
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	Gravimétrico	12	152	30-40
Grasas y/o aceites (mg/l)	Extracción, Soxhlet	98	73	20-30
Fosfatos (mg ortofosfatos/l)	Cloruro estannoso	27	11	-
Nitrógeno total Kjendhall (mg/l)	Kjendhall	4,2	35	-
pH (unidades)	Potenciométrico	8,1	7,4	5-9

(\*)Artículo 85. Valores permisibles para todo vertimiento al recurso hídrico - Decreto 1594 de 1984.

Los resultados indican que los vertimientos presentan baja carga orgánica en  $\text{DBO}_5$  y DQO lo que apunta a que estos vertimientos se encuentran altamente diluidos. Analizando los resultados de grasas y/o aceites, se reitera la existencia de cocheras en la región –se debe tener en cuenta que los residuos de las cocheras tienen alto contenido de grasas y/o aceites–. Los habitantes de la región aseguran que la mayoría de los vertimientos de las cocheras se realizan en mayor cantidad hacia la quebrada Vanegas, a través del alcantarillado. Analizando sólo el parámetro de grasas y/o aceites no se podría asegurar eso, ya que se aprecia mayor concentración de grasas y/o aceites en la quebrada La Vaporosa. Es necesario evaluar, además, parámetros de sólidos suspendidos totales y la presencia de nitrógeno total en el agua –que incluye el nitrógeno orgánico y amoniacal–, de esta forma se puede decir que en la quebrada Vanegas se realizan la mayoría de vertimientos de las cocheras de Costa Rica.

Según las inspecciones hechas al alcantarillado, se identificaron cuatro descargas de agua residual. Un punto descarga directamente en la quebrada La Vaporosa y dos puntos que descargan hacia este cauce; en los dos últimos no existe una estructura de entrega de tal forma que las redes de alcantarillado llegan hasta cierto punto en el terreno y luego, el agua se transporta por acequias abiertas hasta encontrar la quebrada. El cuarto punto de descarga de agua residual, se ubica en la quebrada Vanegas, a nivel de la finalización del centro poblado; en este punto de entrega al cuerpo de agua, curiosamente, el agua residual no llega a la quebrada porque las cámaras de inspección próximas a la entrega han sido taponadas para que el agua del alcantarillado se rebose e irrigue un potrero que sirve como zona de pastoreo. Los propietarios de la zona de pastoreo señalada se encargan de taponar tres cámaras de inspección, causando el rebose del

agua residual que es distribuida en el terreno a través de acequias, las cuales hacen el papel de cunetas de irrigación. Estos taponamientos causan problemas en el funcionamiento del alcantarillado, que tiene zonas de represamiento. Adicionalmente, algunos ramales están inconclusos y descargan a potreros o cerca a zonas habitadas.

*Tabla 12.7 Diagnóstico del sistema de alcantarillado*

Problemas	Causas Asociadas
Sedimentación de material de arrastre en tuberías.	Posibles errores en el diseño del sistema.
Taponamiento de las cámaras de inspección al final del alcantarillado que descarga a la quebrada Vanegas	Desconocimiento de las prácticas productivas asociadas a los usos múltiples del agua en Costa Rica.
Rebosamiento de agua residual en algunas cámaras.	Desconocimiento del volumen real de agua residual producido.
Descargas a campo abierto, y muy cerca de las viviendas.	Uso inadecuado del sistema de alcantarillado

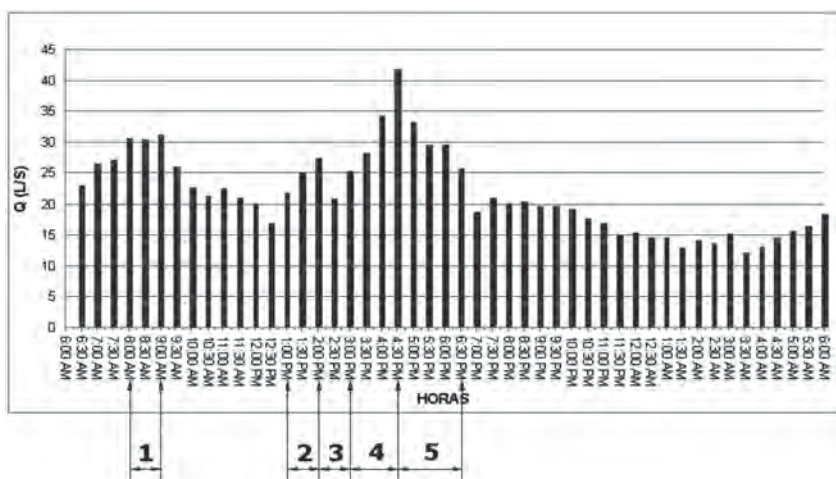


*Fotografía 12.6 Descargas de aguas residuales del alcantarillado de Costa Rica.*

## **MEDICIÓN DE CAUDALES EN LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO**

*Tanque de almacenamiento de agua:* se desarrolló una jornada de aforo para obtener las variaciones horarias en cuanto a caudales demandados para consumo, por parte de la población. Las mediciones comenzaron el 22 de septiembre de 2006, viernes 6:00 am y se desarrollaron hasta el día 24 de septiembre, domingo, a las 6:00pm. La figura 13.1 muestra la curva de consumo de los días 22 y 23 de septiembre de 2006 (viernes y sábado).





- 1 Limpieza de cocheras, riego de huertas y labores domésticas
- 2 Hora de almuerzo y labores domésticas
- 3 Período de descanso
- 4 Limpieza de cocheras, riego de huertas y labores domésticas
- 5 Hora de la cena y labores domésticas

Figura 12.1 Curva de consumo. Tanque de almacenamiento. Septiembre 22-23, 2006.

*Sistema de Alcantarillado.* La jornada de aforo al sistema de alcantarillado se realizó paralelamente a la del tanque de almacenamiento, simultáneamente en las cuatro descargas del alcantarillado, obteniendo la variación de caudales de agua residual caracterizada en la figura 13.2. El sistema de alcantarillado transporta aproximadamente 335 l/hab día de agua residual. Parámetros como  $DBO_5$  y DQO se pueden considerar considerablemente diluídos según los resultados del muestreo al sistema de alcantarillado.

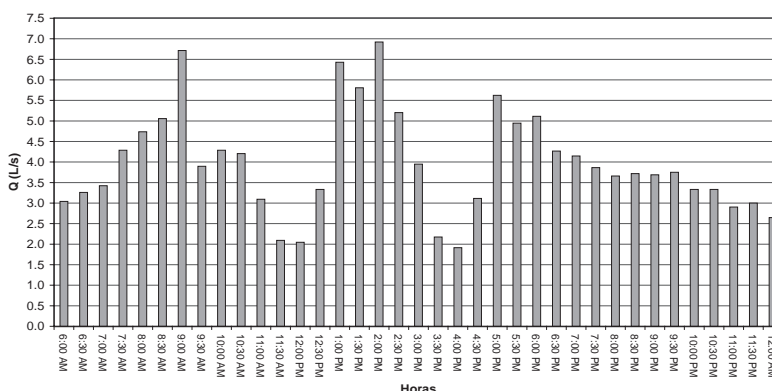


Figura 12.2 Vertimiento quebrada Vanegas. Septiembre 22, 2006.

---

Según lo encontrado en el diagnóstico a los sistemas de acueducto y alcantarillado, ASUALCAN debe plantearse como una de sus prioridades la reducción de pérdidas de agua, tanto en el sistema de distribución como en las conexiones domiciliarias. Por otro lado, debe aplicar la Ley 373/97, que especifica la implementación de aparatos de bajo consumo a nivel domiciliario. Igualmente, debe apoyar a las familias en la implementación de medidas de producción más limpia en el desarrollo de las actividades productivas de pequeña escala a nivel familiar. ASUALCAN instaló un pequeño almacén de venta de repuestos para conexiones intradomiciliarias y presta el servicio de reparación, que se cobra a través de la tarifa.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados de la medición del consumo de agua evidencian el uso múltiple del agua principalmente en lavado de cocheras, lo que se refleja en la dotación promedio encontrada (419 l/hab. día), más alta que la definida en la normatividad colombiana (20 m<sup>3</sup>/usuario mes) y en el funcionamiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado. Este resultado es consistente con las mediciones realizadas en localidades rurales del Valle del Cauca, en las cuales los consumos cuando hay uso múltiple del agua a nivel familiar oscilan entre 20 y 40 m<sup>3</sup>/usuario mes. Tales usos repercuten directamente en la sostenibilidad y correcto funcionamiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado, por lo que deben tenerse en cuenta en el diseño, tanto de los sistemas de acueducto como de los de alcantarillado y sus respectivas plantas de potabilización y tratamiento de aguas residuales.

**PROPUESTAS TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS PARA SISTEMAS  
DE USO MÚLTIPLE DEL AGUA**

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

## DISEÑO DE SISTEMAS DE USO MÚLTIPLE PARA ZONAS RURALES

*Isabel Cristina Domínguez<sup>21</sup>, Silvia Milena Corrales<sup>22</sup> e Inés Restrepo Tarquino<sup>23</sup>*

Esta propuesta se presenta para acueductos rurales que contemplen las actividades de subsistencia de pequeña escala que realiza la familia rural en su predio. Se busca contribuir a resolver el conflicto que se presenta por la invisibilización de las actividades de supervivencia de las familias más pobres, la mayoría de ellas realizadas por la mujer y los niños y niñas campesinos (cuadro 13.1).

### *Cuadro 13.1 Conflictos por el uso del agua en la zona rural*

*La pregunta a Salud Pública es: ¿Qué pasa con nosotros los campesinos, que netamente vivimos de la agricultura? Ellos dicen que no tienen plata para distritos de riego, pero aquí el agua sí se necesita para eso. Cuando llueve no hay problema, pero en tiempo de verano es una necesidad. La agricultura es la forma en que nosotros podemos subsistir, no sabemos hacer nada más... Los funcionarios de las instituciones desconocen que las comunidades viven de la agricultura, que necesitan agua para riego, creen que el campesino tiene la misma forma de vida de la gente de la ciudad y gana un sueldo mensual (usuaria del acueducto de la vereda El Pinar).*

---

<sup>21</sup> Ingeniera Sanitaria, Grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle

<sup>22</sup> Economista, Grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle

<sup>23</sup> Ingeniera Sanitaria, MSc, PhD, Grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle

---

La propuesta busca integrar la gestión del agua, incluyendo como fuentes de agua además de la superficial y subterránea, las aguas lluvias y las aguas residuales, que son un recurso potencial para algunas actividades antrópicas. Igualmente, se propone integrar las demandas de agua de la familia rural tanto para actividades domésticas como para actividades productivas de pequeña escala que adelanta la familia en el predio rural. La figura 14.1 presenta el esquema tecnológico general propuesto. Se anota que en el caso de la agricultura, algunos cultivos tienen demandas altas de agua –plátano, banano, caña de azúcar, entre otros, para el Valle del Cauca– por lo que se debe analizar de forma individual la situación en estos casos ya que aún en pequeña escala a nivel de predio familiar, la sumatoria de cultivos podría resultar en una gran demanda para el acueducto. La recomendación principal en este sentido es el aprovechamiento al máximo del agua lluvia, ya sea por almacenamiento o por la siembra de cultivos estacionales que la puedan aprovechar.

En general, la propuesta tecnológica recomienda el uso de pretratamientos (filtros gruesos) a nivel colectivo (acueducto) y tratamiento domiciliar para desinfección. Esto facilita el uso de tecnología eficiente para actividades productivas agropecuarias de pequeña escala –como los sistemas por goteo propuestos en Bolivia y Nepal, la calidad del agua para usos diferentes al consumo directo –aseo– y la calidad del agua para consumo directo, buscando proteger la salud de la familia. Así, se abastece la localidad rural teniendo en cuenta criterios de cantidad de agua para todos los usos y calidad según el uso. Los pretratamientos y la tecnología FiME (Filtración en Múltiples Etapas) también se proponen para los minidistritos de riego, que permiten actividades agropecuarias comerciales, pues ellos son una forma de mejoramiento de calidad del agua para la utilización de tecnologías de riego eficientes.

## **PLANIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS**

### **Demanda de agua para uso múltiple**

La demanda de agua debe estimarse con base en los múltiples usos de la familia rural campesina. Esto significa, considerar además de la demanda para las actividades domésticas, el agua necesaria para las actividades productivas de pequeña escala desarrolladas por la gente del campo en su predio, como la crianza de animales, el cultivo de pequeñas parcelas y los pequeños negocios caseros.

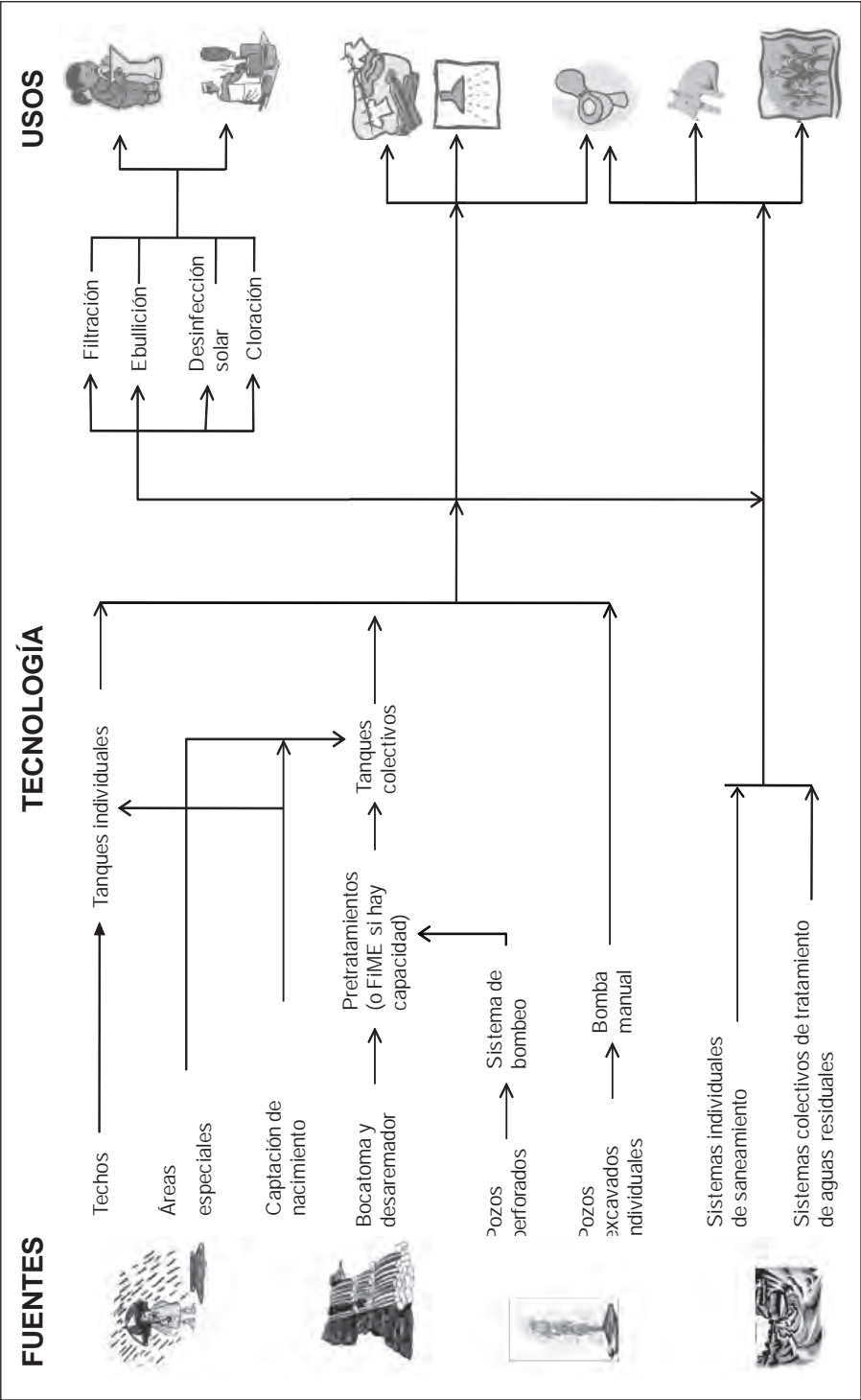


Figura 13.1 Propuesta tecnológica para sistemas de abastecimiento de uso múltiple en zonas rurales

---

La demanda de agua para actividades domésticas está comprendida fundamentalmente por el agua para la bebida, agua para la preparación de alimentos, agua para la ducha y agua para el saneamiento (fotografía 13.1). Howard y Bartram (2003) establecen que un mínimo básico de suministro de agua para la protección de la salud corresponde a 20 l/hab día, de los cuales, 7,5 l son para bebida y preparación de alimentos. Cuando se quiere considerar la demanda de agua para los animales, se debe conocer en la zona del proyecto, el número de animales por vivienda, las especies a las que pertenecen, si están libres o estabulados. Para uso agrícola se requiere identificar el tipo de cultivos principales en la zona de proyecto y el área sembrada para cada uno de ellos. Se deben tener en cuenta aspectos climáticos e hidrológicos de la zona, y otros factores como tipo de suelo y método de riego empleado. Deben reconocerse otras actividades agropecuarias que también demandan agua, como el beneficio del café y la fumigación, entre otros. Además, pueden existir actividades como la venta de almuerzos, preparación de dulces, pan, lavado de carros, lavado de ropa, turismo, y un sin fin de medios a través de los cuales la gente busca garantizar su sustento. Estas actividades también requieren agua y por tanto, deben ser identificadas y caracterizada su demanda para incorporarla en la planificación, en caso de que se haya establecido que es significativa.



*Fotografía 13.1 El agua para el lavado de dientes debe ser potable.*



Es conveniente que las demandas se establezcan de manera participativa, lo que implica involucrar la comunidad para obtener parámetros más acertados que reflejen las verdaderas características de la población y necesidades de agua, de manera que los diseños obtenidos satisfagan las necesidades de la gente. Esto puede lograrse a través de diferentes estrategias como talleres, reuniones, entrevistas, censos, visitas pedagógicas, entre otras. La figura 14.2 muestra algunas dotaciones sugeridas para los distintos usos del agua. Se anota que en el caso de la agricultura deben tenerse en cuenta los tipos de cultivo, la temperatura, la evaporación, y los ciclos de riego, entre otros factores.

Una vez conocida la demanda de agua de las actividades productivas, es necesario concertar con la comunidad, el nivel o escala de las actividades que puede ser atendida por el sistema a diseñar, explicando que las posibilidades dependen de las condiciones del proyecto, el dinero disponible y sobre todo, la oferta hídrica disponible –incluyendo agua lluvia y agua residual tratada–. Se debe definir si las actividades comerciales serán atendidas por el acueducto y si esto es posible, bajo qué condiciones, pues dichas condiciones deben diferenciarse respecto a las de aquellos cuyas actividades son de sustento. Es muy importante definir el tamaño y magnitud de lo que se va a considerar *actividad productiva de pequeña escala*, de lo que es una actividad comercial o agroindustrial. La actividad de pequeña escala se realiza básicamente para contribuir a la supervivencia de la familia (cuadro 13.2) y le permite diversificar sus formas de vida, lo que la protege

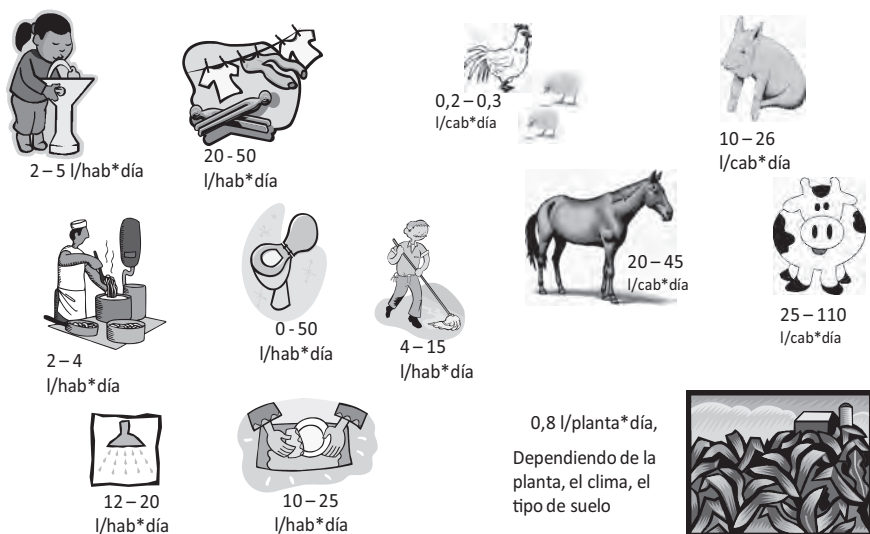


Figura 13.2 Demandas sugeridas en sistemas de abastecimiento de agua de uso múltiple.

---

de los vaivenes económicos. Es importante que el acueducto considere en su planificación la posibilidad de que cada familia rural pueda realizar actividades de pequeña escala, sobre todo con miras a la adaptación al cambio climático, que va a aumentar la vulnerabilidad de la zona rural en cuanto a ingresos por actividades agrícolas y la seguridad alimentaria de la familia.

*Cuadro 13.2 Actividades de pequeña escala en los casos de estudio del proyecto sobre usos múltiples*

*En el Valle del Cauca, las actividades de pequeña escala comprenden crianza de cerdos (hasta cinco) y gallinas (hasta 30), unos pocos caballos y vacas (hasta 5 de cada especie), pequeños cultivos (hortalizas, café y algunos otros que no pasan de media plaza-3600 m<sup>2</sup>) y algunos pequeños negocios familiares de preparación de alimentos, principalmente. En zonas rurales cercanas a zonas urbanas, alrededor de la mitad de las viviendas tienen alguna actividad productiva de pequeña escala, mientras que en las zonas rurales más alejadas la proporción era mayor del 90%. Los cultivos y los animales mayores estaban a cargo de los hombres; las huertas y los animales menores estaban a cargo de las mujeres. El promedio de dotación en los casos estudiados es de 213 l/pd. Se encontró que consumos hasta 20 m<sup>3</sup> correspondían básicamente a actividades domésticas, consumos hasta 40 m<sup>3</sup> correspondían a actividades domésticas y actividades productivas de pequeña escala mientras que los consumos mayores de 40 m<sup>3</sup> incluían actividades comerciales o agroindustriales de mayor escala. Para el cuidado de los animales prácticamente solo se usa el acueducto, que también es utilizado para aquellos cultivos que requieren riego. El procesamiento de café solo utiliza agua de los acueductos.*

### **Oferta de agua para uso múltiple**

No toda el agua suministrada por un acueducto rural para uso múltiple deberá ser potable en términos estrictos. La calidad del agua demandada variará dependiendo de los diferentes usos a los que se destine. De toda el agua que tradicionalmente se suministra en un sistema de abasto para uso humano y doméstico, tan sólo entre 4-7 l/hab. día requieren características de potabilidad, fundamentalmente, la bebida y preparación de alimentos. El agua para aseo personal y lavado de ropa requiere agua limpia, mientras que el lavado de pisos y el vaciado de inodoros no tienen exigencias altas de calidad. El agua para vaciado de inodoros constituye casi la mitad del agua que se proporciona a una vivienda. Actualmente la familia carga con los costos de vaciar inodoros con agua potabilizada. En cuanto el agua para la bebida de

---

los animales, éstos necesitan una calidad adecuada para mantener una salud óptima y la productividad, siendo el contenido de sales totales la característica más importante para este uso. Los cultivos, dependiendo de sus características, son sensibles a aspectos como salinidad, sodicidad y toxicidad. Además de estos tres factores existen los *problemas varios*, que son exceso de nitrógeno, pH y contenido de magnesio (Pizarro, 1996). La muestra un sistema de irrigación que contempló el abastecimiento del ganado.

Teniendo en cuenta estas observaciones, la condición óptima para un sistema de uso múltiple es la utilización de diferentes fuentes de agua para los diferentes usos, a fin de propender por la sostenibilidad y equidad en el acceso al agua, al tiempo que se protege la salud de la población. Se debe aceptar el hecho de que se requieren soluciones creativas, que tendrán implicaciones técnicas, financieras y ambientales, y representan desafíos al ejercicio tradicional de la ingeniería. Esto implica desde la planificación de los sistemas conocer la oferta de agua disponible en términos de cantidad y calidad, a partir de un inventario de las múltiples fuentes disponibles en la localidad a intervenir, incluyendo además de las aguas superficiales y subterráneas, las aguas lluvias para todos los usos, las aguas grises tratadas para algunos usos domésticos y las aguas residuales tratadas, especialmente para fines de riego y cultivo de peces.

Este enfoque hace más exigentes las necesidades de información sobre las fuentes en la etapa inicial del proyecto, lo que en ocasiones es un aspecto descuidado en el diseño de acueductos rurales, donde las decisiones se toman con información puntual. Bajo el nuevo esquema se requiere saber por ejemplo, para el aprovechamiento de aguas lluvias: ¿cuánto llueve? ¿cuándo llueve? ¿cómo llueve?, el ritmo de las estaciones secas y lluviosas y ¿cómo varían de un año a otro? (Vargas y Piñeyro, 2006). Al aprovechar fuentes superficiales se debe contar con datos sobre el caudal de verano, y los caudales máximos, para prever fenómenos como crecientes y avalanchas. Cuando se trata de fuentes subterráneas es necesaria la recolección de información hidrogeológica como reportes y mapas geológicos, topográficos, bitácoras de pozos entubados, reconocimiento geológico superficial, registros meteorológicos, datos hidrogeológicos, y en algunos casos, realizar investigaciones geofísicas, que pueden incluir pruebas de pozos y medidas de resistividad eléctrica. Las aguas residuales y grises también hacen parte de la oferta integral de agua, para usos con menos exigencia en términos de calidad. La estimación de estos caudales depende de aspectos como: tipo de sistema de saneamiento existente, clima, tamaño de población, densidad, nivel económico, restricciones para el acceso al agua, existencia de medidores y fluctuaciones en el consumo de agua, entre otros. Su posibilidad de uso está dada principalmente por la topografía y los requerimientos de calidad en el uso respectivo.



*Fotografía 13.2 Canal de irrigación que permite la entrada de ganado.*

Además de considerar los aspectos de cantidad, se requiere establecer riesgos en términos de calidad para las diferentes fuentes. El proyecto de usos múltiples debe realizar una evaluación de las situaciones que pueden tener impacto sobre la calidad de las fuentes con potencial de aprovechamiento. Estas situaciones pueden condicionar los usos del agua, las necesidades de tratamiento y los costos asociados a estas. Para establecer los riesgos de calidad de las diferentes fuentes se propone identificar las situaciones generadoras de impacto, y cuantificar estos impactos para tomar las acciones que permitan aprovechar la oferta hídrica de manera segura. En estas actividades es fundamental la participación de la comunidad.

Una vez reconocidas las situaciones generadoras de impacto y el riesgo que representan, se deben preparar los análisis de calidad que deben tenerse en cuenta para cada fuente, de acuerdo con los usos que se pretenda dar a las mismas. Estos parámetros dependen de la fuente de agua, por ejemplo en el caso de las aguas lluvias, como consecuencia del contacto con las áreas de captación, puede haber contaminación microbiológica, cambios en el pH e incremento de los sólidos suspendidos. En el caso de fuentes superficiales, estas pueden estar sometidas a descargas domésticas, agrícolas e industriales y problemas de erosión en las cuencas. Por su alta variabilidad, en estas fuentes es importante realizar muestreos que incluyan los períodos secos y lluviosos. Los parámetros básicos en este caso son la *E. Coli*, turbiedad, pH y color.

---

En las aguas subterráneas, los caudales son más regulares y se encuentran mejor protegidas de la contaminación y las variaciones climáticas. Parámetros de interés son los fluoruros, hierro, manganeso, nitratos, y algunas veces nitritos y amonio. Se debe constatar que no estén afectadas por descargas domésticas o por compuestos químicos usados en la agricultura. El uso de las aguas residuales tratadas debe asegurar la protección de la salud, por lo cual sólo pueden ser empleadas una vez se hayan eliminado los factores de riesgo para las personas, el ambiente y los cultivos, especialmente los factores de riesgo microbiológico. En este caso, los coliformes totales y fecales y los huevos de helmintos constituyen los parámetros más representativos para el monitoreo.

El cuidado de la fuente de agua constituye la primera barrera en la protección de la calidad del agua en un sistema para uso múltiple. Para esto, existen diferentes medidas que pueden ponerse en práctica dependiendo de las fuentes. En el caso de las aguas lluvias, la limpieza periódica de los tejados y las canales es de gran utilidad así como descartar los primeros 15 minutos de lluvia, para lo cual existen aditamentos de fácil construcción en el nivel local. Para la protección de las aguas superficiales se pueden establecer requisitos de calidad para los vertimientos, manejo adecuado de residuos sólidos, condicionantes a las prácticas agropecuarias y demás actividades antrópicas aguas arriba que afecten la zona de captación y reforestación y aislamientos, entre otras medidas. Se deben proteger los nacimientos de agua. En captaciones de aguas subterráneas pueden establecerse perímetros de protección, para impedir el deterioro de las instalaciones de captación y evitar el vertido de sustancias contaminantes en las zonas inmediatas. Todos los tipos de pozo deben tener protección sanitaria. Los terrenos dentro del perímetro de protección del pozo deben ser adquiridos, cercados y mantenidos por la organización que manejará el sistema. Esta protección es fundamentalmente para prevenir la contaminación microbiológica. Se pueden establecer límites más amplios para reducir los riesgos de migración subterránea de sustancias contaminantes.

### **Opciones tecnológicas para el uso múltiple**

En un sistema de abastecimiento de uso múltiple, deben considerarse alternativas tecnológicas que permitan aprovechar la oferta de agua a partir de múltiples fuentes. Pueden implementarse diferentes opciones de suministro, pues en ocasiones la oferta de agua a partir de una sola fuente limitaría el acceso al líquido para algunos miembros de la comunidad o las actividades productivas para muchos. Algunas tecnologías que permiten relacionar oferta y demanda para el suministro de agua en sistemas de uso múltiple se presentan en la figura 14.1. Son diversas las opciones tecnológicas para el suministro de agua:

---

*Suministrar únicamente agua potable a partir de sistemas colectivos.* Consiste en tener una planta centralizada de potabilización de agua y distribuir el líquido a las viviendas, permitiendo que sea utilizado para todos los usos, aún cuando no todos requieran características de potabilidad. Esta opción puede considerar el abasto desde fuentes superficiales o subterráneas. En algunos casos, el cloro residual en las aguas puede ocasionar problemas en ciertos cultivos.

El acueducto con planta potabilizadora es única opción que se considera actualmente en Colombia como apropiada, es la tecnología aceptada por las normas técnicas. Sin embargo, sus costos son altos y por lo general no pueden ser asumidos por las comunidades a menos que se utilicen opciones de potabilización de bajo costo en operación y mantenimiento como la tecnología FiME. Por lo general, se construye el acueducto sin la planta de potabilización aunque no se cumpla con las normas de calidad del agua expedidas por el Ministerio de Protección Social. Bajo este esquema, se propone aumentar la dotación para las zonas rurales establecida en el RAS2000, de tal forma que tengan en cuenta las actividades productivas de pequeña escala de la vivienda rural, que incluye las actividades no domésticas de las viviendas en zonas urbanas, como el riego de jardines y el lavado de vehículos.

*Suministrar agua limpia a partir de sistemas colectivos y promover el tratamiento para consumo humano a nivel de la vivienda.* Requiere que se planifiquen sistemas de abastecimiento de agua colectivos, con fuentes de relativa buena calidad de agua, ya sea superficial o subterránea, pero con pretratamientos para el agua, que no la lleva a calidad potable sino segura, según la definición de la OMS. En este tipo de sistemas se realizaría la potabilización del agua para consumo directo en la vivienda mediante la instalación de filtros de arena y sistemas de desinfección como la cloración, la ebullición o la desinfección solar. Se consideraría como agua para consumo directo la que se utiliza para la cocina (bebida, y lavado de utensilios para la preparación y consumo de alimentos) y el agua para lavarse los dientes. Esta opción tecnológica recupera la experiencia del Ministerio de Salud en el manejo del agua para localidades rurales, que promovía la potabilización a nivel domiciliario y tiene en cuenta los desarrollos tecnológicos disponibles actualmente como la filtración en medios gruesos, del Instituto Cinara.

*Suministro a partir de aguas lluvias.* Estos sistemas pueden desarrollarse a nivel individual o colectivo. Deben considerar mecanismos de captación, almacenamiento y en algunos casos tratamiento de las aguas recolectadas. Las aguas lluvias pueden captarse en los techos o cubiertas de viviendas, cocheras o galpones o también mediante áreas acondicionadas. En relación con el tratamiento de las aguas lluvias, cuando van a ser usadas para consumo humano y han sido recogidas en techos y almacenadas en recipientes con las precauciones debidas, puede decirse de manera general, que pueden ser usadas sin necesidad de tratamiento. Es importante descartar los primeros 15 minutos de lluvia, para lo cual existen aditamentos de sencilla construcción. Lo más importante para garantizar la calidad del agua lluvia es que la captación, almacenamiento y manipulación se realicen bajo condiciones de protección sanitaria, por ejemplo techos limpios, tanques con tapa y grifos para su extracción. El abastecimiento mediante agua lluvia a nivel individual puede complementar el suministro por acueducto. De hecho, en la mayoría de las zonas rurales colombianas, la calidad del agua de lluvia recolectada es mucho mejor que la calidad del agua del acueducto.



---

*Suministro individual a partir de aguas subterráneas.* El agua de los pozos excavados, que en Colombia se usan a nivel de vivienda, puede utilizar bombas manuales o baldes atados a cuerdas para su extracción, con los pozos al menos con protección sanitaria que contemple la entrada de vertimientos o agua de escorrentía al pozo. Los pozos excavados, llamados también aljibes, pueden complementar otras fuentes de agua.

*Suministro colectivo a partir de agua subterránea.* Los pozos perforados generalmente requieren un sistema de bombeo de mayor complejidad. Las aguas subterráneas por lo general tienen niveles altos de hierro y manganeso que generan rechazo en las comunidades, por lo que se realizan pretratamientos como la aireación antes de su almacenamiento. La desinfección del agua de consumo directo se puede llevar a cabo a nivel domiciliario como se recomendó antes para los acueductos abastecidos por fuentes superficiales.

*Suministro individual a partir de aguas superficiales.* En este caso hay una toma directa de agua desde la fuente, se conduce hasta la vivienda y se dispone de filtro casero y sistemas de desinfección a nivel individual.

*Suministro individual o colectivo a partir de nacimientos de agua.* Los nacimientos son utilizados en la zona rural como fuente de agua. Por lo general son captados mediante una tubería que lleva el agua al hogar o al tanque de almacenamiento colectivo. Lo más importante es la protección y captación adecuada para lo cual existen estructuras recomendadas como las tuberías perforadas que llevan el agua a un tanque de almacenamiento. La calidad del agua de los nacimientos es generalmente muy buena, por lo que pueden no requerir pretratamientos, la desinfección se puede llevar a cabo a nivel domiciliario como se recomendó anteriormente. Los nacimientos pueden actuar también como fuentes complementarias de agua.

*Reuso de aguas grises y residuales.* Se refiere al aprovechamiento de las aguas grises y residuales *tratadas* en los sistemas individuales o colectivos, que pueden existir o ser proyectados en las viviendas o en la localidad rural. En el caso de las aguas grises se recomienda su reuso para algunas actividades domésticas, luego de un tratamiento sencillo a través de trampa de grasas o sistemas de bajo tiempo de retención. Para las aguas residuales tratadas, las posibilidades de reuso dependen del tipo de cultivos a irrigar y de la topografía de la zona. En cultivos que se consumen crudos, debe implantarse un tratamiento para la remoción de patógenos, previo al uso del agua. Si esta fuente es utilizada para la irrigación de cultivos que serán procesados, puede realizarse un tratamiento sencillo para remover sólidos y grasas.

*Suministrar agua a partir de múltiples fuentes para múltiples usos.* Implica tener un conocimiento integral de la oferta hídrica y sus posibilidades de aprovechamiento. Pueden usarse las aguas lluvias, aguas superficiales o subterráneas como única fuente, o contemplarse el uso de varias fuentes de manera simultánea, relacionándolas con los diferentes usos del agua y los requerimientos de cantidad y calidad de estos usos. Adicionalmente se promueve el reuso de aguas residuales y grises de los sistemas de tratamiento individual que pueden existir en la vivienda.

---

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS

En un sistema de abastecimiento para uso múltiple es necesario un uso racional y eficiente del agua. En muchos casos las posibilidades de uso del agua para actividades productivas desaparecen debido a las fugas en el sistema de abasto o las instalaciones internas de las viviendas. La incorporación de medidas de *producción más limpia* es una estrategia significativa para liberar el recurso hídrico para los múltiples usos.

### Uso eficiente del agua a nivel de la vivienda para el uso múltiple

En las viviendas es posible instalar aparatos de bajo consumo, –sanitarios, duchas, grifos–, como lo indica la Ley 173 de 1997. En la actualidad, todos esos sistemas se comercializan en Colombia. Una forma para la instalación masiva de aparatos de bajo consumo en la zona rural podría ser su compra en bloque, que puede significar ahorros importantes para la organización administradora y el usuario final. La instalación a los usuarios para ser pagada a través de la tarifa en un período de tiempo razonable, al alcance de la capacidad de pago de los usuarios. Los sistemas de saneamiento ecológico son otra alternativa de producción más limpia, pues permiten que los 20 m<sup>3</sup> de agua por persona por año (alrededor de 100 m<sup>3</sup> por familia por año) que son utilizados para el transporte de materia fecal puedan emplearse para otras actividades. La detección y reparación de fugas debidas a roturas y escapes en las tuberías, accesorios hidráulicos y sanitarios, también son medidas importante que conduce al ahorro de agua en la vivienda (Arreguín, 2000). Las pérdidas de agua en los acueductos rurales son muy altas, entre el 50-80%. Se puede facilitar que la familia realice estas reparaciones por un lado capacitando a la mujer en fontanería básica y por otra parte, manteniendo un stock de repuestos –tubería para agua y para sistemas de saneamiento, grifos, pegante, empaques, etc.– en la sede de la organización administradora. La organización puede también prestar el servicio a la familia y cobrarlo a través de la tarifa. Otra estrategia es la recolección y aprovechamiento de aguas lluvias, que reduce la presión sobre el sistema de abasto colectivo, cuando se cuenta con él.

Al legitimar los usos productivos del agua de pequeña escala, es necesario incluir estrategias de producción más limpia para garantizar la sostenibilidad en el uso del recurso en el mediano y largo plazo. Las opciones incluyen:

Cuando se tienen cerdos, es posible colocar en los corrales de levante y engorde un material como cama, ya sea de viruta, bagazo, cascarilla de arroz, etc., para evitar el uso de agua para el lavado de los corrales; una vez sale el lote de engorde para su beneficio se cambia la cama del corral, y el material retirado se usa como



---

fertilizante en los cultivos (Minambiente-SAC, 2002). También se pueden instalar bebederos por cazoleta, o bebederos de chupo o tetinas; recoger aguas lluvias desde los techos de las cocheras y usarlas para el lavado o en los bebederos. Otras medidas son la instalación de sistemas de cierre en las mangueras de lavado, sistemas de alta presión, el barrido en seco de la porcínaza y la disminución de la frecuencia de lavado de los corrales (ej. día de por medio, dos veces/semana); el almacenamiento y posterior uso de la porcínaza en el riego de gramíneas, pastos o forrajes; y la implantación de sistemas biológicos de descontaminación, como los biodigestores.

Cuando existe ganado como actividad productiva, es conveniente la instalación de flotadores en bebederos, que constituye una sencilla medida que genera un impacto significativo en la reducción de los consumos de agua en este tipo de actividad. Se deben también aislar las fuentes de agua superficiales (quebradas y nacimientos) para evitar el deterioro de la calidad del agua.

En agricultura es posible implementar diferentes estrategias, como por ejemplo preparar balances hídricos, que indican la demanda de los cultivos en cantidad y calidad, a lo largo del año, permitiendo la planificación de la siembra en armonía con la oferta de agua de múltiples fuentes; cubrir el suelo con un material orgánico para protegerlo, reducir las pérdidas de agua por evapotranspiración, prevenir el escurrimiento excesivo de la lluvia y suministrar nutrientes al suelo; construir pequeñas zanjías para evitar la escorrentía natural de las aguas de riego; crear pequeños montículos de tierra alrededor de plantas específicas para ser regadas individualmente (IUCN, 2003); rotar cultivos con distintos sistemas radiculares, para optimizar la red de canales de las raíces, propiciando el incremento de la penetración del agua, el mantenimiento de la humedad, y la mayor disponibilidad de agua para uso del cultivo (Benítez y Castellanos, 2006); monitorear la humedad del suelo; seleccionar las plantas a sembrar, priorizando aquellas que consumen más eficientemente el agua en la región (nativas); eliminar malezas, que compiten con las plantas por el agua; mejorar las técnicas de riego para evitar pérdidas a nivel del predio, eligiendo sistemas acordes con las condiciones de suelo, topografía, tipo de cultivo, disponibilidad de agua, calidad, clima, etc.; controlar los tiempos de riego, restringiéndolo a las mañanas o las noches; aprovechar fuentes alternativas como las aguas residuales; capturar y almacenar aguas lluvias para garantizar las necesidades hídricas de los cultivos.

El procesamiento de café es una de las actividades que de manera estacional presenta unos consumos significativos de agua. Debido a esto se han desarrollado estrategias, como el beneficio ecológico (Belcosub), que utiliza el agua estrictamente necesaria para procesar o transformar los frutos de café en café pergamino seco, aprovechando los subproductos y evitando la contaminación de las fuentes de agua. Esta tecnología desarrollada por CENICAFE (Centro nacional de investigaciones del café) permite reducir en un 92% la contaminación de las aguas y el consumo de agua en el proceso de beneficio de 40-60 l/kg de café pergamino seco (CPS) hasta menos de 1 l/kg de CPS (URL, 3). Aunque el artefacto es costoso, la Federación de Cafeteros también está promoviendo el procesamiento llamado *tanque tina* que utiliza 4,2 l/kg de CPS (Ospina, 2009).

---

### **Uso eficiente del agua en el sistema de abasto colectivo para uso múltiple**

La producción más limpia en un sistema de abasto de uso múltiple debe tener como punto de partida la vivienda y continuar con el mejoramiento de la infraestructura del sistema colectivo. En muchos acueductos la insuficiencia de agua obedece no tanto a la escasez del recurso, como al mal estado de las componentes de los sistemas. Es común que la solución a estos problemas por parte de las instituciones de apoyo y las organizaciones encargadas de la administración no sea la reparación o reemplazo de los componentes en mal estado, sino el incremento en los volúmenes de agua captados, ya sea aumentando la presión sobre fuentes existentes o buscando nuevas fuentes para aumentar la disponibilidad de agua. El agua no contabilizada puede llegar hasta el 50% de agua que sale del tanque de almacenamiento de agua.

Los sistemas de abastecimiento de agua para uso múltiple requieren que la medición de los volúmenes suministrados sea parte de la estrategia de gestión de la demanda, control de pérdidas o racionalización del consumo. Para esto es conveniente, entre otros aspectos, la instalación de al menos macromedidores para conocer los caudales producidos y los consumidos. Se pueden considerar los micromedidores en localidades que tengan capacidad para comprarlos, mantenerlos, calibrarlos, repararlos y facturar el consumo (la facturación comprende la lectura, procesamiento de consumos, producción de la factura y su distribución). Cuando no se tiene capacidad para tener micromedidores, se pueden adoptar otros tipos de control y cobro como el diseño de las conexiones domiciliarias para proporcionar el agua requerida mensualmente por la familia, el cobro a partir del número de puntos de agua en la vivienda, escala de las actividades productivas, entre otras opciones existentes.

Es necesario contar con programas de mantenimiento, los cuales son poco frecuentes en los sistemas de abasto rurales. Estos programas deben incorporar mantenimiento rutinario preventivo, preventivo correctivo y correctivo. Conviene incluir inspecciones regulares a los diferentes componentes para determinar las características de deterioro y evaluar la condición de mantenimiento, especialmente en medidores de agua y válvulas reductoras de presión. El mantenimiento preventivo correctivo se dirige a la reparación de los componentes que se sabe están deteriorados, como tuberías de agua, medidores y válvulas reductoras de presión. El mantenimiento correctivo incluye la respuesta a daños menores tales como tuberías y válvulas reductoras de presión dañadas, así como otros daños mayores que afectarían los servicios. Los daños mayores requieren planes de contingencia de acuerdo con procedimientos específicos (IUCN, 2003). El registro de daños en el sistema, en bitácoras de mantenimiento y mapas del sistema, ayuda a la planificación anual de reposición.

Dentro los programas de mantenimiento deben incorporarse las diferentes partes del sistema. Por ejemplo, en acueductos rurales, las fugas en el transporte y conducción son la causa principal de las pérdidas de agua, por esto es importante contar con un plan para la detección de fugas visibles y no visibles.

---

En sistemas con planta de potabilización, para contribuir con el uso eficiente, puede disminuirse el consumo de agua en actividades como lavado de unidades, purgas en la conducción y redes de distribución, limpieza y desinfección de tanques, reparaciones de redes y tuberías, lavado y desinfección de redes nuevas. También pueden instalarse válvulas de flotador en los tanques de almacenamiento, para evitar las pérdidas físicas generadas por reboses que se presentan especialmente en la noche. En Nepal, por ejemplo, se propone que el agua de rebose de tanques de almacenamiento sea recogida en estanques para luego ser usada en riego.

Es conveniente que los operadores del sistema lleven a cabo un catastro, que contenga la ubicación exacta de tuberías, válvulas y accesorios en redes de distribución, que permita adelantar de manera exitosa iniciativas para el control de pérdidas. La reducción de la presión en el sistema de distribución de agua puede ser uno de los métodos más simples para reducir la demanda de agua. Las altas presiones incrementan las pérdidas de agua a través de fugas e incrementan el uso de la cantidad de agua basado en el tiempo en que el volumen de agua es descargado (HR Wallingford-DFID, 2003). El objetivo de las estrategias para el control de la presión debe ser minimizar la excesiva presión tanto como sea posible, a la vez que se asegura que se mantiene la presión suficiente a través de la red de distribución para que la demanda del consumidor pueda ser satisfecha en todo momento (IUCN, 2003). En zonas montañosas, la presión nocturna es la mayor causante de daños en los aparatos domiciliarios.

Es posible promover incentivos y promociones dirigidas a diferentes grupos de usuarios (doméstico, comercial, etc.) para el cambio de aparatos sanitarios, duchas, y en general tecnologías de bajo consumo. Este tipo de acciones tienen efecto en la demanda promedio y pico del sistema (Sánchez y Sánchez, 2004). La formulación y aplicación de estándares de construcción, aparatos sanitarios, materiales de tuberías y necesidades de mantenimiento, es una estrategia de utilidad para reglamentar la existencia de dichos aparatos y la construcción de edificaciones con tuberías de materiales resistentes que disminuyan la presencia de fugas. Es importante buscar mecanismos para que este tipo de estándares se socialicen y sean conocidos por la comunidad.

A nivel de sistema también es posible la construcción de infraestructura paralela que transporte agua de diferentes calidades para diferentes usos y que sea distribuida a los usuarios. Es importante garantizar instalaciones domiciliarias que eviten interconexiones entre este tipo de redes y la contaminación de las aguas de buena calidad que se empleen para los usos que requieren calidad de agua exigente, como el agua de bebida y para la preparación de alimentos.

Las reparaciones y ampliaciones de los sistemas deben aplicar los conceptos de ingeniería. Las comunidades, ante la falta de cobertura de programas para mejoramiento de sistemas, generalmente hacen ajustes de manera empírica, sin tener en cuenta criterios hidráulicos y de diseño, lo que en ocasiones conlleva al mal funcionamiento de los acueductos y la imposibilidad de que la infraestructura responda a las necesidades para el uso múltiple del agua.

---

Cuando el agua en un sistema para múltiples usos es escasa y hay limitaciones para el uso de fuentes alternas, será necesario limitar la escala de las actividades productivas, de tal forma que éstas se armonicen con la oferta hídrica y permitan un uso equitativo del recurso. Esto debe ser resultado de un proceso de concertación con los usuarios, y no una imposición por parte de administradores o entidades externas a la comunidad. En lugar de prohibir las actividades productivas, es posible establecer reglas o criterios, como un orden de prioridades, ya sea limitando la escala de las actividades (por ejemplo, tamaño de áreas de los cultivos, tipo de cultivos), restringiendo aquellos con mayores demandas y favoreciendo cultivos autóctonos con demandas acordes a la oferta, o que no requieran de la aplicación de riego. En el caso que se vea la necesidad de hacer restricciones, se podría empezar por aquellos que exijan mayores demandas y que los no perennes se realicen en períodos de alta precipitación. La primera restricción debería ser el uso del acueducto para actividades de gran escala, que tienen los recursos para búsqueda de fuentes alternas, principalmente agua subterránea.

Es indispensable establecer acciones de comunicación y educación a todos los usuarios sobre el uso eficiente del agua. Existen diversos medios para hacer de conocimiento de los usuarios los objetivos, metas y resultados de estas iniciativas. Los aspectos relacionados con el uso eficiente del agua pueden ser incluidos en los currículos de las escuelas y colegios, mediante acciones para que un niño o joven pueda hacer un uso adecuado del recurso para fines domésticos y productivos y que pueda replicar estos principios y estrategias a los demás miembros de su familia. También es importante realizar campañas con personas o gremios que desarrollen actividades productivas que dependen del agua, identificando buenas prácticas para el mejor uso del recurso en dichas actividades, en caso de que estas tengan impacto importante sobre las demandas y disponibilidad de agua en el sistema.

La protección de las fuentes es la principal actividad para la preservación del agua requerida por toda la población. La generación de un sentido de pertenencia hacia las fuentes de agua de la comunidad es indispensable para evitar el deterioro de los recursos hídricos disponibles. Es corriente que las comunidades no conozcan sus fuentes de agua por lo que la educación ambiental no debe simplemente centrarse en charlas magistrales, sino en prácticas alrededor de las fuentes de agua, individuales y colectivas. Es especialmente importante involucrar la población escolar –maestros, estudiantes, padres de familia– en programas de educación ambiental y aprovechar al máximo los PRAEs (programas ambientales escolares) en este sentido.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARREGUÍN F. (2000). Uso eficiente del agua. IMTA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua- CNA, Comisión Nacional del Agua. México
- BENÍTEZ J. y CASTELLANOS A. (2006). Suelos y conservación del agua. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia.
- HOWARD G. y BARTRAM J. (2003). Domestic Water Quantity, Service, Level and Health. OMS. Switzerland
- HR Wallingford-DFID, Department for International Development (2003). Handbook for the Assessment of Catchment Water Demand and Use. UK.
- IUCN, International World Conservation Union (2003). Water demand management. Versión 1.1.
- MINAMBIENTE, Ministerio del Medio Ambiente SAC, Sociedad de Agricultores de Colombia (2002). Guía Ambiental para el Subsector Porcícola. Colombia.
- OSPINA AI (2009). Propuesta para incorporar las dotaciones de agua para actividades agropecuarias a pequeña escala al acueducto La Palma-Tres Puertas. Trabajo de grado. Programa de ingeniería agrícola. Universidad del Valle. Colombia.
- PIZARRO F. (1996). Riego localizado de alta frecuencia: Goteo, microaspersión y exudación. España.
- SÁNCHEZ LD y Sánchez A (2004). Uso Eficiente del Agua. International Water and Sanitation Centre (IRC), Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico. (CINARA). The Netherlands.
- VARGAS R. y PIÑEYRO N. (2006). El hidroscoopio. PNUMA/UNESCO-PHI. Serie de manuales de educación y capacitación ambiental. Uruguay.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

## **ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE USO MÚLTIPLE**

*Silvia Milena Corrales<sup>24</sup> e Isabel Cristina Domínguez<sup>25</sup>*

Los sistemas de abastecimiento requieren una organización que los maneje de manera sostenible en el tiempo. A continuación se proponen las estructuras y esquemas para la administración de sistemas de uso múltiple del agua en zonas rurales.

### **ESTRUCTURAS ORGANIZATIVAS**

Las organizaciones surgen de la necesidad de satisfacer necesidades que faciliten la subsistencia. Una de estas necesidades es la prestación de los servicios públicos, cuya solución puede ser la organización de la comunidad para hacerlo. Estas organizaciones se conforman y consolidan para realizar actividades relacionadas con la administración, operación y mantenimiento de sistemas, que para efectos de este análisis, son de abastecimiento de agua. Para el buen manejo de los sistemas se deben tener en cuenta aspectos como la estructura organizativa, los costos y las necesidades para garantizar su sostenibilidad, además de considerar las actividades específicas de la comunidad, especialmente los requerimientos de agua de la zona rural específica. En Colombia, el MAVDT (2003) definió diversos tipos de estructuras organizativas comunitarias para la prestación

---

<sup>24</sup> Economista, Grupo Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle

<sup>25</sup> Ingeniera Sanitaria, Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Instituto Cinara, Universidad del Valle

---

de los servicios públicos: juntas de acción comunal, juntas administradoras del servicio, asociación de usuarios y administración pública cooperativa. Estos esquemas pueden organizarse para cualquier tipo de sistema, y la selección debe considerar las características de la localidad.

Es importante identificar la organización que mejor se adapta a las características particulares de cada comunidad. La experiencia ha mostrado que los esquemas administrativos más convenientes son las juntas administradoras o las asociaciones de usuarios; sin embargo, se deben tener algunas consideraciones para los sistemas de abastecimiento que suministran agua para actividades domésticas y productivas de pequeña escala a nivel de hogar simultáneamente, es decir, para sistemas de uso múltiple. Adicionalmente, deben considerarse las condiciones de las comunidades rurales de alta montaña, cuya distancia con las cabeceras municipales, y más aún con los grandes municipios, ha dificultado su acceso a tecnologías que faciliten el manejo de la información y la contabilidad. Igualmente, deben fortalecerse las capacidades de la comunidad para aprender, paulatinamente, a cumplir con las exigencias legales.

En consecuencia, una organización para manejar sistemas de uso múltiple podría denominarse asociación comunitaria de usuarios y debería permitir flexibilidad en relación con las exigencias que hace el Estado a los diferentes tipos de organizaciones. Por la dificultad que implica para algunas comunidades la conformación legal de una organización comunitaria, debería permitirse la conformación de la organización bajo la legalidad que otorga la aceptación de su conformación ante la comunidad, y debería establecerse únicamente mediante un documento privado con el fin de prestar el servicio. Como las demás, este tipo de organización debe tener autonomía administrativa y financiera. Puede tener una duración indefinida, pero se puede disolver por decisión de los asociados, ya que debería funcionar bajo el principio de participación democrática y todos los asociados deberían tener igualdad de derechos y obligaciones. Además, debería tener patrimonio variable e ilimitado pero con responsabilidad limitada, lo que exime a los asociados de responder con su patrimonio ante deudas y obligaciones contraídas. Una Asociación Comunitaria de Usuarios estaría conformada por los siguientes órganos:

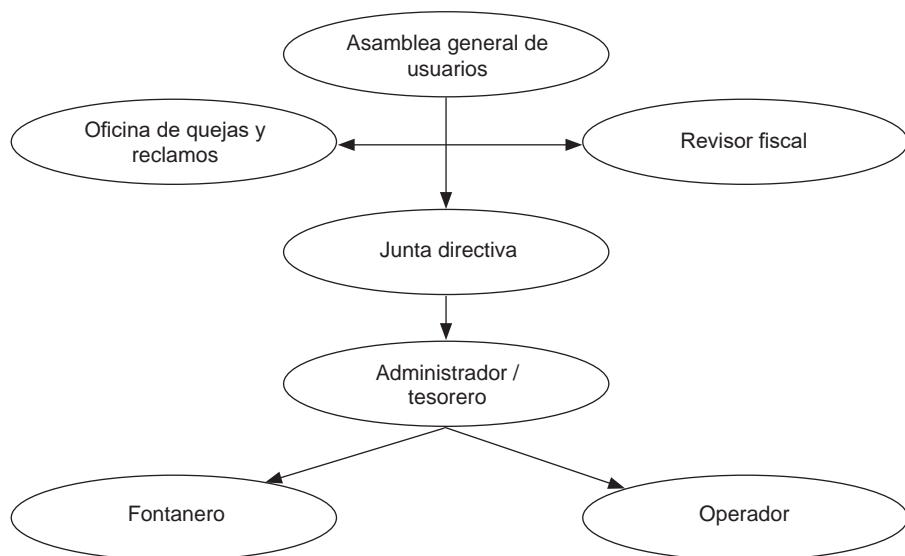
*Asamblea General de Usuarios:* conformada por todos los usuarios del servicio, es la máxima autoridad de la organización.

*Junta Directiva:* encargada de la dirección de la organización. Conformada por un presidente, un vicepresidente, un secretario, vocales. El fiscal de la junta, si existe, debe depender de la asamblea de usuarios. De no haber fiscalización como tal, esta tarea debería depender de la comunidad en general. Para efectos de un sistema de uso múltiple la junta debería contar entre sus miembros con un representante de cada sector de la

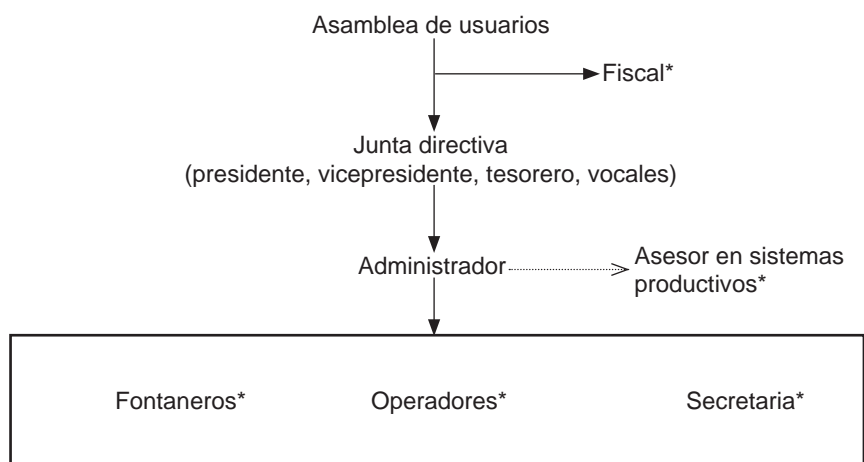


comunidad, incluyendo el sector productivo de pequeña escala. Es recomendable que la Junta Directiva esté conformada por un número impar de miembros. Con esto se evita la posibilidad de empates en las votaciones que se realicen. El voto de los diferentes representantes de los sectores productivos debería ser igualitario para no favorecer los intereses particulares de nadie. De este modo cada sector tiene una participación activa en las decisiones y manejo de la junta.

*Área administrativa y operativa:* conformada por un tesorero o administrador responsable de manejar y representar legalmente la organización. Además, debería conformarse por los funcionarios suficientes para hacer un buen manejo del sistema. La cantidad de funcionarios necesarios en esta área depende del tamaño del sistema y las tareas administrativas que se requieran. Para sistemas de gran magnitud y complejidad –una variedad de tipos de usuarios, múltiples fuentes para múltiples usos, topografía difícil, etc.– además de una secretaria, se requerirán otro tipo de funcionarios y mayor cantidad de operadores. Puede incluirse personal capacitado en actividades productivas para asesorar a la comunidad en estos aspectos. En la figura 14.1 y figura 14.2 se pueden observar las diferencias entre la estructura organizativa de un sistema convencional y uno que considera los usos múltiples del agua. Una correcta y eficiente administración en un sistema de uso múltiple genera beneficios adicionales. Se pueden disminuir los conflictos entre los usuarios y sus usos, y entre los usuarios del sistema y los moradores de la cuenca.



*Figura 14.1 Esquema organizativo convencional.*



\* Según necesidades y capacidades para pagar salario

*Figura 14.2 Esquema adaptado.*

Para determinar la cantidad de personas que podría requerir un sistema de abastecimiento de agua se puede usar de guía la tabla 14.1 que muestra según rangos de población las necesidades de personal administrativo de un sistema. La formación del personal dependerá de la tecnología a administrar y la complejidad del sistema.

*Tabla 14.1 Requerimientos de personal administrativo según población atendida*

Número de Habitantes	Dedicación del personal de administración
500-2.000	Un administrador, dos horas diarias Un tesorero, dos horas semanales Un contador, un mes al año
2.001-7.500	Un administrador, medio tiempo Un auxiliar administrativo, medio tiempo Un contador, una semana al mes
7.500-15.000	Un administrador, medio tiempo Un auxiliar administrativo, tiempo completo Un contador, medio tiempo
15.000-50.000	Un administrador, tiempo completo Un auxiliar administrativo, tiempo completo Un contador, medio tiempo

Fuente: Tamayo (2006).

---

## ESTATUTOS DEL SISTEMA

Una vez conformada la organización administradora del servicio se deben establecer una serie de reglas para su funcionamiento y el del sistema. En un documento denominado *estatutos* deben quedar consignadas las funciones de cada uno de los estamentos que conforman la organización. Deben dejarse claros los derechos y deberes de cada uno de los miembros de la asamblea general, la junta directiva y los empleados. Adicionalmente, el documento debe consignar los usos permitidos que se dan al agua; debe quedar explícito que se admiten, además de los usos domésticos tradicionales, los usos productivos de pequeña escala a nivel de las viviendas. Sin embargo, debe delimitarse la magnitud de las actividades para distinguir las actividades productivas de pequeña escala de lo comercial o agroindustrial. Debe especificarse la cantidad permitida de tierra para regar, el tipo de sistema de riego permitido, la cantidad de animales que es posible criar y la forma de abastecimiento para los mismos. Deben especificarse las condiciones de funcionamiento para tiempos de estiaje.

En caso de haber potabilización, debe especificarse cuál será el agua tratada —ya que no es necesario potabilizar la totalidad del agua— y cuál será el apoyo de la organización en el tratamiento del agua en los casos en que esto se haga de manera individual. Igualmente, se deben establecer las estrategias para apoyar a los usuarios en el uso de fuentes alternativas como el agua lluvia. El documento también debería estipular la obligatoriedad de contar con grifos, llaves terminales y flotadores para evitar el desperdicio. En este sentido también debe establecerse en el documento el diámetro de las tuberías permitidas en el sistema para la distribución del agua dentro de las viviendas. De igual forma, se debe incluir la capacidad del sistema y la cantidad de suscriptores máximos permitidos de acuerdo con las diferentes actividades que cada uno realiza. Se pueden adoptar políticas que faciliten a los suscriptores del servicio conocer recomendaciones sobre la productividad de la tierra en cada región, para que con base en esto, los usuarios establezcan sus cultivos y sus animales. El documento también debe incluir aspectos sobre la cuenca y su manejo y la responsabilidad de cada agente en este sentido. Se deben incluir además los costos o la forma de calcular los mismos para cada una de las actividades que requieran un cobro. Las actividades que se cobran deben dejarse explícitas en el documento.

---

## **COSTOS ASOCIADOS CON LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

Poner en funcionamiento una estructura organizativa implica unos costos que están asociados con la administración, operación, mantenimiento y reposición. Estos costos dependen del tipo de tecnología implementada, de la cantidad de usuarios y del esquema administrativo. Debe considerarse que el valor asignado a cada requerimiento depende de los precios del mercado en cual se vaya a hacer el suministro. Para el caso de insumos, debe considerarse, de ser necesario, el pago del transporte. Para calcular los costos asociados con el personal se pueden tomar como valores de referencia las remuneraciones de cargos similares en localidades aledañas, adicionalmente debe especificarse el tipo de contrato a celebrar, la cantidad de tiempo asignado a cada trabajador y la forma de pago por el trabajo. Para calcular los valores con exactitud y no olvidar ningún ítem, podría ser utilizado como guía el *plan de contabilidad* para entes prestadores de servicios públicos domiciliarios (SSPD, 2006) o su equivalente y equipararse los valores a los requerimientos contables que exige este plan. El PUC busca la uniformidad en el registro de las operaciones económicas realizadas con el fin de permitir la transparencia de la información contable y por consiguiente, su claridad, confiabilidad y comparabilidad. El PUC está compuesto por un catálogo de cuentas y la descripción y dinámica para la aplicación de las mismas, las cuales deben observarse en el registro contable de todas las operaciones o transacciones económicas. En Colombia hay 15 PUCs de acuerdo con el tipo de actividad, el número 15 indica los costos asociados con los entes prestadores de servicios públicos. De acuerdo con el tamaño de la población y la complejidad del sistema de abastecimiento se requiere cubrir más o menos costos que indica el plan.

## **TARIFAS PARA SISTEMAS DE USO MÚLTIPLE DE AGUA**

La metodología tarifaria en Colombia está definida en la Ley 142 de 1994 en la cual se establecen las condiciones para determinar las tarifas. Así mismo, expone que los cálculos tarifarios que deben efectuar las entidades prestadoras de servicios públicos son los dispuestos por la CRA, comisión de regulación encargada de reglamentar los sistemas de agua y saneamiento. La CRA emitió la Resolución 187 de 2004, con la metodología para el cálculo de las tarifas. Esta Resolución determina la metodología tarifaria que aplica para las zonas urbanas pero no tiene consideraciones especiales para las condiciones rurales, excepto una variación según la cantidad de suscriptores del sistema, que sirve para diferenciar las grandes ciudades de los pequeños centros poblados, es decir, no distingue diferencias entre la dinámica urbana y la rural.

---

Según la legislación actual, las tarifas deben estar enmarcadas en los siguientes criterios: la eficiencia económica que indica que los sobrecostos por mala gestión no deben trasladarse a los usuarios; la neutralidad que sostiene que cada suscriptor tiene derecho a un tratamiento tarifario igual que cualquier otro que cause los mismos costos; la solidaridad y redistribución que indica que los usuarios de estratos altos y comerciales deben subsidiar a los de estratos bajos; la suficiencia financiera sostiene que el recaudo de las tarifas debe cubrir la totalidad de los costos asociados con el sistema; la simplicidad que implica que las fórmulas tarifarias son de fácil comprensión, aplicación y control; y la transparencia que explica que serán explícitas y de conocimiento público.

Si es posible aplicar la metodología de la CRA, porque hay micromedición en la localidad, se debe tener en cuenta que el volumen básico mensual depende de las necesidades de agua para las actividades productivas de pequeña escala que desarrollan las familias más pobres. Por lo tanto, es muy importante identificar quiénes son consideradas por la comunidad como los más pobres y cuáles son las actividades que requieren agua para sus actividades de supervivencia. Es importante entonces determinar los indicadores de riqueza y pobreza de la comunidad (cuadro 14.1), identificar los más pobres y luego caracterizar sus actividades de supervivencia. En localidades donde no existe micromedición es posible utilizar otros sistemas para el cobro diferenciado según consumo. Por ejemplo, en algunas zonas de Ecuador se diferencia la tarifa tanto por el número de puntos de agua que tiene la vivienda como por las consideraciones sobre la pobreza de la familia, definidas por la propia comunidad.

Para el Valle del Cauca (Cinara, 2006), los casos de estudio identificaron que los consumos hasta 20 m<sup>3</sup> correspondían a actividades domésticas, entre 20 y 40 m<sup>3</sup> se adicionaba el consumo en actividades de pequeña escala realizadas en el predio familiar y consumos mayores de este valor correspondían a actividades comerciales o agroindustriales, que en caso de restricciones en la oferta hídrica disponible se podrían restringir para que sean abastecidas por sistemas propios de otras fuentes, como el agua subterránea.

## **COMPOSICIÓN TARIFARIA**

Las tarifas están diseñadas principalmente para sistemas con medición, por lo que están compuestas por tres tipos de cargos: cargo fijo, cargo por consumo y cargo por conexión. Cada uno de estos cargos está compuesto por algunos de los costos asociados con la prestación del servicio. El cargo fijo está compuesto por el costo asociado con la administración y comercialización del servicio. El cargo por consumo está compuesto por los costos

de operación, mantenimiento, expansión, reposición, rehabilitación del servicio y los costos ambientales y el cargo por conexión que está compuesto por los costos asociados con la conexión de los usuarios al sistema. Adicionalmente, puede incluirse en la tarifa un costo por reconexión e intereses por mora. Por otra parte, si los sistemas son construidos con recursos provenientes de donaciones o recursos no reembolsables no debería considerarse la recuperación total de la inversión sino los costos que implica la reparación del sistema en caso de daños y los costos asociados con la reposición del mismo.

*Cuadro 14.1 Indicadores de riqueza y pobreza en comunidades rurales*

*a) En una comunidad rural que recibe turistas durante los fines de semana, las familias tienen como principal fuente de ingresos servicios asociados al turismo. En un taller comunitario para definir tarifas se identificaron los indicadores de pobreza: las personas que vendían papas cocidas en una olla a lo largo del río eran muy pobres, aquellas que tenían una mesa en el andén con las ollas tenían mayores capacidades económicas, las que tenían la mesa con dos asientos en el interior de la vivienda tenían aun mayores capacidades y las que tenían restaurantes eran ricas. Una pareja de ancianos con una bonita casa fue considerada muy pobre porque dependía de las mesadas que le enviaban los hijos del extranjero –ellos habían construido la casa para sus padres– y muchas veces, cuando no llegaban las mesadas, los vecinos asumían la alimentación de los ancianos.*

*b) En otra comunidad rural, las mujeres cabeza de hogar que lavan ropa ajena son consideradas las más pobres. En la localidad se instalaron micromedidores, pero la organización administradora decidió medir durante seis meses sin cobrar con base en la medición, principalmente para identificar los grandes consumidores y para medir el consumo de las mujeres que lavaban ropa, que fue definido como el consumo básico. Todo consumo por encima de ese valor fue considerado suntuario.*

*c) Una comunidad rural de tierra fría tenía familias viviendo en casas de bahareque, que fueron consideradas ricas por la comunidad porque, a pesar de la apariencia externa de la vivienda, tenían más de 100 cabezas de ganado por familia.*

*d) Igualmente, en comunidades de tierra fría fue considerada como actividad de pequeña escala la producción de leche cuando la familia tenía menos de 10 vacas. En localidades rurales de tierra caliente, donde se cría ganado para producción de carne, el límite para considerar la cría de ganado como actividad productiva de pequeña escala fue de cinco vacas por familia.*

---

En comunidades rurales con usos múltiples del agua debería poder hacerse diferenciación en los cobros de tarifas por niveles socioeconómicos, independiente de que exista medición o no. Por esto, podría determinarse una metodología que implique equidad en los cobros y que permita el uso del agua para múltiples actividades, pero especialmente que diferencie entre las actividades comerciales y agroindustriales de aquellas que realizan las familias más pobres para sobrevivir, de tal forma que estas actividades no sean castigadas con prohibiciones o asignándoles tarifas comerciales o industriales. Se debe tener en cuenta que la estratificación socioeconómica en las zonas rurales es por lo general estrato 1 ó 2 y muy pocos usuarios pertenecen a estratos superiores, cuando se ha definido alguna estratificación, pero en las comunidades pobres también es posible determinar cuáles son las familias más pobres y vulnerables.

En muchas comunidades, la implementación de medidores es una tarea compleja debido a que la calidad del agua no es la adecuada para garantizar un óptimo funcionamiento de estos aparatos y a que los costos de instalación, calibración y facturación supera la capacidad de pago de los pobladores. Así mismo, la operación y mantenimiento de estos medidores implica incurrir en costos administrativos relacionados con la adecuación y lectura de los mismos. Por esta razón, es necesario también considerar sistemas tarifarios que no estén condicionados a la medición del agua consumida en las viviendas.

Para un sistema de uso múltiple sin medición podría clasificarse el consumo según el uso dado al agua en la vivienda, el número de puntos de agua, la forma de utilización del agua, el tipo de actividades realizadas y la definición de la pobreza por parte de la comunidad. Para clasificar el uso del agua debe definirse el uso doméstico incluyendo las actividades de subsistencia, el uso comercial, el uso industrial y el uso oficial y especial.

## **DEFINICIÓN DE USOS**

El uso doméstico tradicional está definido como el uso del agua en consumo directo, cocina y aseo. Para las zonas urbanas se consideran algunas actividades adicionales como el lavado de carros, el riego de jardines y el uso de máquinas lavadoras de ropa. Por analogía, para las zonas rurales puede considerarse que las actividades productivas de pequeña escala realizadas en las viviendas son actividades domésticas de las zonas rurales. Para el Valle del Cauca, con base en los estudios de caso del proyecto internacional Usos múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza, se considera que actividades a pequeña escala son criaderos de animales con no más de cinco cerdos, 20 gallinas y dos vacas o caballos, o lo que sea equivalente en caso de presentarse otros animales mayores. También se consideran actividades a pequeña escala cultivos de máximo una plaza (6.400 m<sup>2</sup>).



---

El uso comercial e industrial (y agroindustrial) está relacionado con el consumo de agua para actividades productivas de gran escala. Actividades articuladas con el comercio y con la industria y cuyas labores no se desarrollan a nivel de las viviendas sino que tienen destinado un lugar especial para su realización. El uso oficial y especial está determinado por el uso del agua en instituciones de carácter gubernamental como puestos de policía, alcaldías, puesto de salud, hospitales, etc.

Para promover el uso eficiente del agua a todo nivel, la organización que maneja el sistema puede sugerir y promover cambios a sistemas de uso eficiente del agua. La organización debería promover y apoyar el uso de bebederos con dispensador que se active al contacto del animal y sistemas de riego localizado que incrementan la efectividad y disminuyen de manera importante la cantidad de agua utilizada. Igualmente, como lo establece la Ley 373/97 debe apoyar el cambio de tecnología domiciliaria hacia tecnología de bajo consumo. Adicionalmente, puede tener programas de educación que contribuyan a elevar la conciencia de la población sobre la importancia de conservar el agua. El cambio tecnológico está asociado a reducciones entre 30-50% del volumen consumido.

También deben considerarse, para la fijación de las tarifas, las demás actividades que realicen las familias y que no sean incluidas como actividades domésticas. Estas actividades deben considerar las piscinas, los lagos, etc. Así mismo, los predios cuyas características sean comerciales o industriales deben tener una tarifa diferencial, pues al catalogarse de esta manera implica que el desarrollo de las actividades, independiente del tipo de actividad, requiere mayor cantidad de agua que la requerida por las actividades domésticas rurales y tiene un costo mayor. Para aplicar estos criterios y obtener tarifas justas y acordes con las actividades de cada vivienda en la zona rural, debería realizarse previamente un censo que permita identificar: las características de la familia, la magnitud de las actividades realizadas, la forma de utilización del agua y los requerimientos para su desarrollo.

Es necesario indicar que no es posible establecer una tarifa para cada usuario, por lo cual deben establecerse tarifas promedio según los usos, magnitudes de actividades, formas de utilización del agua, los tipos de animales y cultivos, indicadores de pobreza y riqueza definidos por la comunidad. Podrían establecerse rangos de actividad en cada localidad y de acuerdo con esto implantar tarifas cuyos recaudos permitan cubrir los costos asociados con el sistema permitiendo su sostenibilidad. Los rangos de tarifas que se establezcan deben empezar por las viviendas de menor capacidad y sin actividades productivas e irse incrementando de acuerdo con los factores de incidencia mencionados. Puede establecerse como tarifa mínima la que garantice cubrir los costos administrativos, sin embargo, la tarifa también puede calcularse suponiendo algún tipo de subsidio por parte de quienes tienen más actividades hacia quienes no las tienen.



## ASIGNACIÓN DE TARIFAS

Para estratificar las viviendas de las localidades, deberían aprovecharse las asambleas realizadas por la organización que presta el servicio. A estas asambleas tendrían que asistir los usuarios, que podrían decidir, a través de votaciones y el conocimiento existente de las actividades de cada quien, cómo se deben distribuir las tarifas, cuáles son los rangos de tarifas que se van a fijar y cuáles viviendas se deben asignar a cada rango. En este proceso también debería participar el fontanero del sistema, pues su trabajo genera gran conocimiento de la zona, de las familias y de las actividades de los pobladores. Adicional a esto, pueden considerarse para la estratificación de las localidades, los niveles de pobreza de la población. Este ejercicio de asignación de tarifas debe basarse en la objetividad y equidad, ya que distribuciones de este tipo no pueden ser manipuladas por intereses particulares. En la tabla 14.2 se propone un orden para establecer tarifas según las actividades. Las primeras filas indican las menores tarifas que van incrementándose a medida que se avanza en la lista.

*Tabla 14.2 Nivel tarifario propuesto según actividades realizadas*

Nivel tarifario	Tipo de uso	Actividades		
1	Uso doméstico tradicional			
2	Uso doméstico tradicional	Animales		
3	Uso doméstico tradicional		Cultivos	
4	Uso doméstico tradicional	Animales	Cultivos	
5	Uso doméstico tradicional			Lagos, Piscinas
6	Uso doméstico tradicional	Animales		Lagos, Piscinas
7	Uso doméstico tradicional		Cultivos	Lagos, Piscinas
8	Uso doméstico tradicional	Animales	Cultivos	Lagos, Piscinas
9	Uso Oficial y Especial			
10	Uso Comercial			
11	Uso Industrial (agroindustrial)			

Adicional al orden que describe la tabla 14.2 para el incremento de las tarifas según las actividades, se debe pensar en las posibles combinaciones de animales, cultivos y demás actividades, considerando la cantidad de cada especie de animal, el área de cultivo, el tipo de cultivo, los requerimientos de agua de cada tipo de cultivo y la forma de riego. Se debe tener en cuenta que las combinaciones se deben ir incluyendo en la tabla 14.2 de manera ascendente, es decir, cada que se incremente la cantidad de animales y/o cultivos se debe adicionar en la tabla 14.2 a la posición que corresponda.

La tabla 14.3 muestra un ejemplo de los rangos de animales y áreas cultivadas que se podrían considerar como de pequeña escala para calcular las tarifas en el Valle del Cauca. De acuerdo con estas cantidades de animales y áreas de cultivo podrían hacerse una variedad de combinaciones. Los cultivos deben complementarse con el tipo de cultivo, el tipo de suelo y la forma de riego, lo que depende de las características particulares de las localidades.

*Tabla 14.3 Ejemplo de esquema para la definición de tarifas en un sistema de uso múltiple en el Valle del Cauca*

Nivel tarifario	Animales			Cultivos (Ha)
1	1-5 gallinas / pollos	1-5 cerdos	1-5 vacas	1/2
2	6-20 gallinas / pollos	6-15 cerdos	6-10 vacas	2/3
3	21-50 gallinas / pollos	16-30 cerdos		1
4				2

## PAGO DE TARIFAS

Un aspecto importante a considerar para el cobro de las tarifas es la estacionalidad del ingreso. En comunidades rurales en las que el ingreso depende directamente de las actividades productivas, las veces o períodos de recepción de pagos están estrechamente ligados a la recolección y venta de las cosechas y/o la crianza de los animales. Por lo tanto, la periodicidad de pago de las tarifas debería acordarse según estos períodos para intentar disminuir la probabilidad de que se genere morosidad. Los períodos deberían ser acordados por la comunidad y la organización prestadora del servicio en cada localidad, pues dependerían del tipo de actividad realizada en cada zona.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- CINARA (2006). Lineamientos para el diseño y administración de sistemas de uso múltiple. Proyecto Usos múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza. Colombia.
- MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2003). Organicemos nuestra empresa. Cartilla. Colombia
- SSPD, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2006). Plan de contabilidad para entes prestadores de servicios públicos domiciliarios. Colombia.
- TAMAYO, P. 2006. Metodología de trabajo. Programa de gestión integral de residuos sólidos. CINARA. Colombia.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

## APLICACIONES

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

## PROTOTIPOS DE VIVIENDA PARA RECUPERACIÓN Y DENSIFICACIÓN DE BARRIOS ESTRATO 2 EN CALI<sup>26</sup>

*Mario Fernando Camargo Gómez y Davinson Enrique Caicedo Caicedo<sup>27</sup>*

Vivienda de interés social no significa casas de 36 metros cuadrados para *tener dónde vivir*. Nosotros proponemos una vivienda que retoma el sentir y la estética de lo popular con un soporte arquitectónico que ofrece altos estándares de calidad, confort climático, sismo resistencia y habitabilidad.

Mario Camargo.

### IMAGEN GENERAL DEL PROYECTO

Unidad formal en el desarrollo progresivo, bajo los conceptos de desarrollo sostenible y responsabilidad social. Los conceptos ambientales que se proponen actualmente y el objetivo de disminuir la pobreza no se lograrán si los diseños de vivienda social continúan haciéndose bajo criterios obsoletos. La vivienda social ahora debe permitir la realización de actividades productivas de pequeña escala, el uso múltiple del agua y la posibilidad de manejo de residuos sólidos y aguas residuales en sitio, hasta donde sea posible.

---

<sup>26</sup> Esta propuesta de vivienda de interés social fue ganadora del Premio Corona Pro-habitat 2008

<sup>27</sup> Estudiantes de arquitectura. Universidad del Valle.

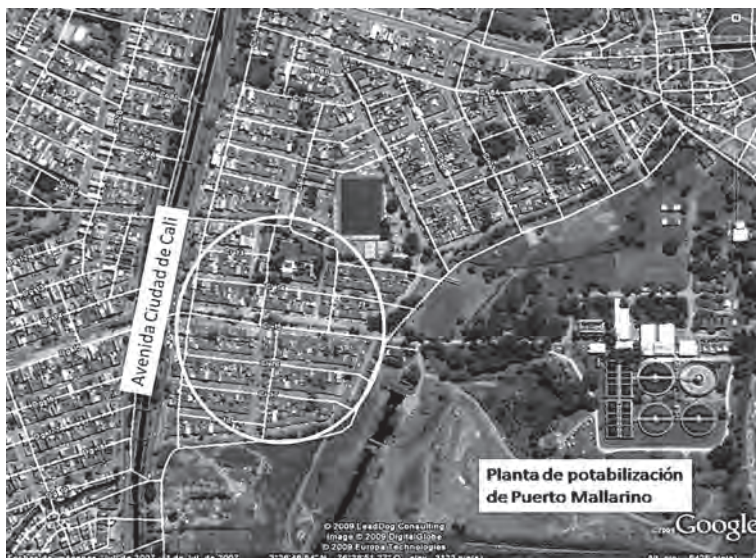
## LOCALIZACIÓN

La zona a intervenir es el barrio Ángel del Hogar o Andrés Sanín de la ciudad de Santiago de Cali (Valle del Cauca, Colombia), ubicado en la Comuna 7, construido por el Instituto de Crédito Territorial en tres etapas que se iniciaron en 1963: ETAPA I, de la Carrera 15 a la 19, ETAPA II, de la Carrera 15 a la 11 y ETAPA III, de la Carrera 11A a la 8ª (fotografía 15.1). El clima es seco tropical con temperatura promedio de 26 °C y la topografía es predominantemente plana.

Este barrio representa el modelo de vivienda obrera que fue construido por entidades estatales en los años sesenta y setenta. Ángel del Hogar aún retiene la población original en un alto porcentaje, está recibiendo los primeros efectos de la implementación del sistema de transporte masivo (MIO, Masivo Integrado de Occidente), y se acoge a los criterios impulsados por el Estado para la densificación de los asentamientos urbanos existentes.

## ALCANCE

El proyecto se efectúa a escala del barrio según los límites catastrales que plantea el expediente urbano. La normativa que lo define es el Reordenamiento y mejoramiento integral de intervención complementaria (RMI/IC), que exige superar las deficiencias en cuanto a equipamientos y espacio público, por medio de la continuidad de procesos ya iniciados.



*Fotografía 15.1 Localización del barrio en Cali (Colombia).*

*Fuente: googlecarth*



## OBJETIVOS

Los objetivos de la propuesta fueron: explorar alternativas de vivienda social para la densificación y desarrollo del barrio que sean replicables en contextos similares; intervenir y transformar el entorno urbano y arquitectónico mejorando las calidades espaciales y ambientales; desarrollar una propuesta urbana y arquitectónica que incorpore la estructura predial existente, que se ajuste a los modelos sociales y que sea ambientalmente sostenible y buscar la permanencia de la población en el barrio, haciéndoles partícipes de los procesos de densificación que se realizan de manera espontánea.

## RESULTADOS

Se propuso un plan de mejoras en los espacios urbanos –calle y plaza– que diera flexibilidad y continuidad a los espacios culturales bajo diseño del espacio público de acuerdo con los usos. Se utilizaron los elementos naturales del entorno (figura 15.1) como componentes de diseño, mejorando las calidades ambientales mediante la conectividad y disposición de los elementos naturales, dando continuidad a los espacios urbanos (Figura 15.2). Se tomaron criterios urbanos, urbanísticos, y arquitectónicos de ambiente y paisaje como se muestra en la tabla 15.1.

Se usaron ecomateriales que tienen un adecuado comportamiento térmico, acústico, ambiental, sismoresistente, se diseñó un esquema que posibilita el cambio y crecimiento progresivo de las viviendas, se permitieron manifestaciones individuales a través del color y las texturas en los acabados y se realizó un inventario de las viviendas modificadas y no modificadas en el desarrollo progresivo a escala de barrio, para identificar zonas de intervención. Además, se obtuvieron mayores densidades e índices de construcción y un menor índice de ocupación, con respecto a los actuales, siguiendo la dinámica de crecimiento espontáneo, pero de manera planificada –como escala de medida cuantitativa.

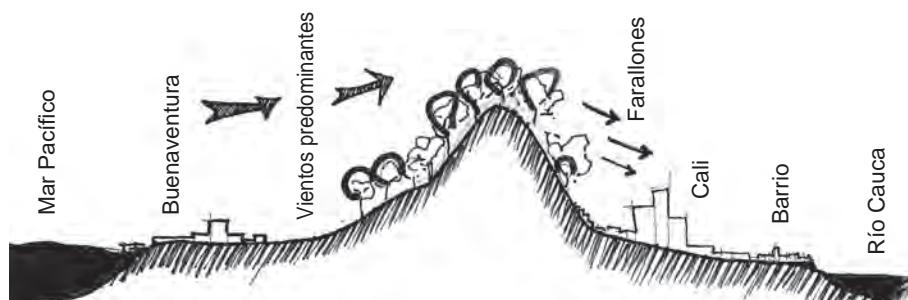


Figura 15.1 Elementos naturales del entorno.

Tabla 15.1 Criterios para el proyecto urbanístico

Urbano y urbanístico	Ambiente y paisaje	Arquitectónico
<ul style="list-style-type: none"><li>• Espacio público y ambiental como ordenador (ambiente y paisaje). Respeto por el trazado urbano existente.</li><li>• Consideración con los niños, el adulto mayor, personas en situación de discapacidad, el peatón y los usuarios de bicicletas y vehículos.</li><li>• Se tuvo en cuenta la relación directa e indirecta de las intervenciones con respecto a los usos y cambios en el área a intervenir propuestos en el POT y el SITM.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se tuvo en cuenta el margen de protección ambiental del cauce del río Cauca y los sistemas ambientales existentes (Figura 16.2).</li><li>• Respeto por las dinámicas naturales presentes (clima, vientos, temperatura, luz solar) (Figura 16.3).</li><li>• Mejoramiento de las condiciones actuales de arborización y zonas verdes en el área a intervenir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Setuvoencuentalaestructura predial existente, las dinámicas de crecimiento y los cambios de uso.</li><li>• Identificación de las tipologías arquitectónicas del sector.</li><li>• Incorporación de un diseño que sea habitable, confortable,flexible,replicable y sismo resistente.</li><li>• Proporcionar una vivienda digna, estética, económica y urbana, que sirva de escenario para un adecuado desarrollo de la vida en comunidad.</li></ul>

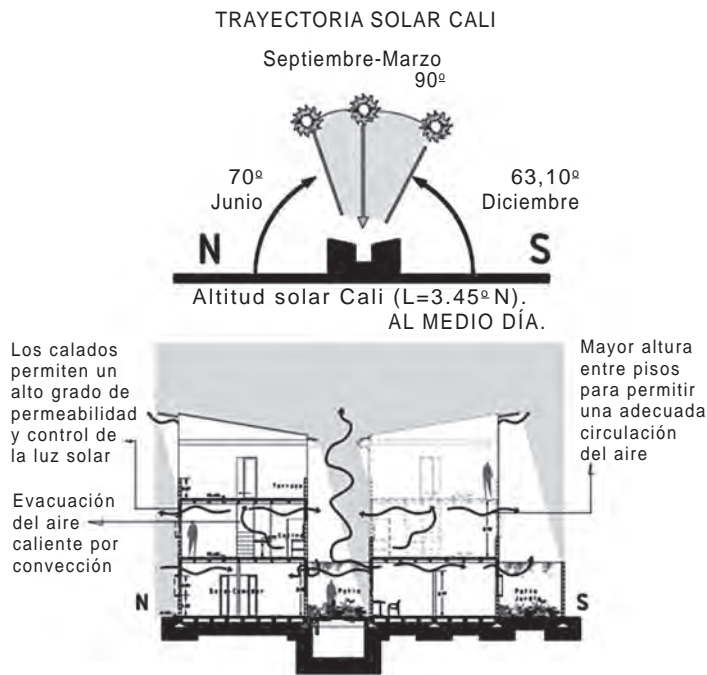


Figura 15.2 Elementos del entorno inmediato.

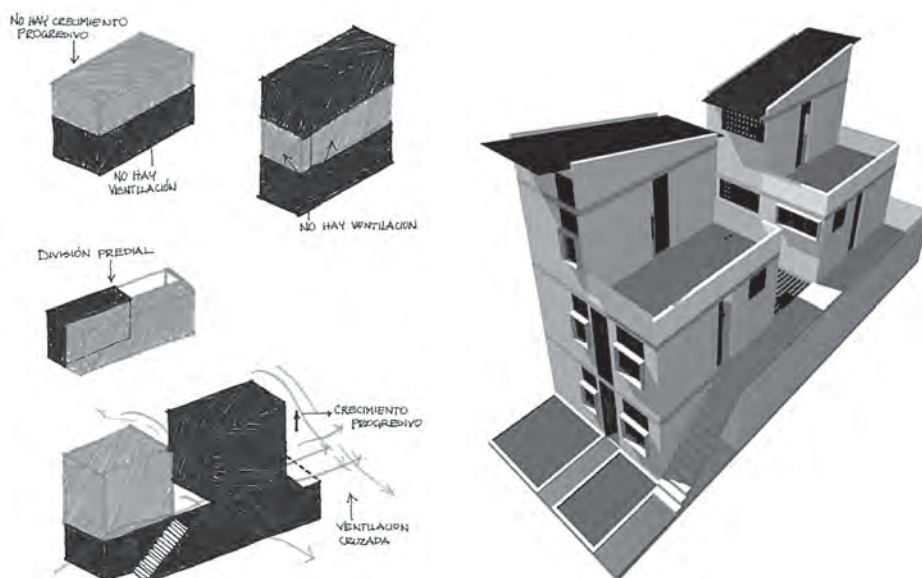
---

## **INVENTARIO DE VIVIENDAS MODIFICADAS Y DEL MODELO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR BÁSICO INICIAL**

Se realizó un inventario de las viviendas que habían sido modificadas debido a la dinámica de crecimiento espontáneo, del módulo vivienda unifamiliar básica a los modelos bifamiliares, trifamiliares y divisiones prediales, con el fin de determinar qué tipo de intervenciones resultaban más pertinentes. El análisis mostró que la zona susceptible a una intervención más general era la primera etapa, construida por el Instituto de Crédito Territorial pues no presentaba mayores modificaciones en el modelo de vivienda inicial. Por el nivel de desarrollo que presentaban las otras zonas del barrio era posible realizar intervenciones puntuales teniendo como base lo propuesto en la zona de intervención más general. Las viviendas que se encuentran sobre la Carrera 15 y la Avenida Ciudad de Cali, siguen una dinámica de crecimiento diferente con aparición de comercio de distinta escala, por lo tanto el prototipo de vivienda debería considerar este uso. Se determinó entonces incorporar un modelo flexible que permitiera estos cambios en la vivienda de manera planificada y ambientalmente sostenible.

### **PROPUESTA DE MODELO DE VIVIENDA**

La premisa fue una búsqueda formal basada en observaciones de lo que ocurre en conjuntos ya construidos —estudio de referentes gráficos y bibliográficos—. La figura 15.3 presenta el diseño final. Se diseñó una planta simplex en el primer piso que se desarrolla horizontalmente con la posibilidad de generar un frente comercial y crecimiento al interior de la vivienda. Para la segunda planta se diseñaron dos dúplex, con la posibilidad de crecer verticalmente y al interior de la vivienda. Por otra parte, se aumentó la densidad del predio sin afectar las condiciones de confort y sin invadir el espacio público. Además, los servicios dentro del modelo fueron agrupados respondiendo a una lógica racional de distribución, —se trata de minimizar las circulaciones para mejorar el área útil de ocupación—, y por último incorporar el concepto de patio y jardín para optimizar la iluminación y ventilación natural.



*Figura 15.3 Diseño final.*

## TECNOLOGÍAS

Se adoptó la mampostería como un sistema estructural ajustable a las dimensiones y forma de la estructura predial existente. Para la elección de los materiales se tuvo en cuenta que los materiales empleados en la construcción de la vivienda deberían responder a las condiciones climáticas del entorno; se deberían racionalizar y tipificar, para lograr ahorros importantes y facilitar el desarrollo progresivo –modulación–; y los materiales propuestos deberían propender a hacer uso eficiente de los recursos, perfeccionándose sistemas alternativos, como el uso de ecomateriales. La selección de las tecnologías para la construcción de las viviendas se basó en el uso de los recursos y materiales locales disponibles, dentro de un proceso de racionalización constructiva. Esto permite utilizar con eficacia los conocimientos locales y la mano de obra no calificada mediante programas de autoconstrucción y ayuda mutua. Las tecnologías empleadas en la propuesta debían ser fáciles de entender, adoptar y aplicar a las condiciones particulares del lugar de emplazamiento de la vivienda, como las mostradas en la fotografía 15.2. La demanda energética de un proyecto de vivienda se puede reducir mediante el uso de energías no convencionales, siempre y cuando la propuesta sea económicamente viable, por ejemplo con la implementación de ecomateriales y paneles solares de bajo costo.



## CONSTRUCCIÓN DE ECOBLOQUES

La fabricación de estos materiales trae consigo una disminución importante en los impactos negativos que genera el campo de la construcción al medio ambiente. Avalados por la **nsr-98**, hechos con concreto reciclado.

*Fotografía 15.2 Fabricación de bloques hechos con concreto reciclado (Ing. Alejandro Salazar).*

## LA UNIDAD HABITACIONAL

*Aspectos funcionales.* La vivienda desde su etapa inicial garantiza la flexibilidad de uso, adecuándose a las diversas etapas de evolución de la familia. La unidad habitacional inicial mínima implantada en el lote contempla una dotación sanitaria básica –baño, cocina– y un espacio de uso múltiple.

*Aspectos espaciales.* Se incorporó un diseño flexible, modificable e incorporado a una trama urbana que permita el desarrollo progresivo de la vivienda. Los espacios de la vivienda desde su etapa inicial están definidos por las condiciones dimensionales, físico-ambientales, categorías de privacidad formales y grado de versatilidad, respondiendo en forma adecuada a las necesidades familiares. Con respecto a la flexibilidad hay que anotar que: 1) es el crecimiento o ampliación de la vivienda por la incorporación adecuada de nuevos recintos; 2) define los cambios orgánicos internos de la vivienda, en el número, tamaño y/o funcionamiento de los recintos; y 3) es la posibilidad orgánica de los recintos de funcionar simultáneamente o en secuencias con actividades diversas. La vivienda, en sus etapas de consolidación, garantiza una clara diferenciación espacial, entre aquellos de orden social, donde se verifican las interrelaciones de la familia y los espacios individuales privados.

*Aspectos formales.* La vivienda desde su etapa inicial, incorpora elementos formales propios de la tipología del contexto, que son reconocibles por el habitante, reafirmando su identidad y pertenencia al lugar. La vivienda esquinera considera el carácter articulador de los espacios urbanos que enfrenta, que pueden ser de orden social o privados. Igualmente, incorpora elementos tipológicos formales que la identifican dentro de las características generales del conjunto habitacional.

*Aspectos significativos.* La vivienda, desde su etapa inicial, considera que el habitante pueda expresar su individualidad a través del color, textura. o ciertos elementos arquitectónicos, que no signifiquen un deterioro de la unidad formal del conjunto.

*Aspectos físicos.* La vivienda desde su unidad inicial contempla un adecuado acondicionamiento físico-ambiental, que compensa lo reducido de los espacios. La materialidad de la unidad habitacional inicial garantiza una durabilidad, confort y calidad que responde a las condiciones climáticas del lugar de emplazamiento y satisface las aspiraciones de los habitantes.

## GESTIÓN DEL AGUA Y LOS RESIDUOS

Se tuvo como objetivo proteger la fuente de aprovisionamiento, controlar la distribución y depurar las aguas residuales hasta niveles de calidad óptimos antes de verterlas al medio natural, teniendo en cuenta que la protección del medio ambiente consiste también en gestos sencillos y medidas económicas. Un proyecto concebido de una manera tradicional produce una alta demanda del recurso hídrico y en una vivienda, una parte del suministro puede ser abastecida por el agua lluvia (figura 15.4). Por otra parte, produce emisiones de aguas contaminadas que han de ser evacuadas para garantizar adecuadas condiciones de saneamiento.

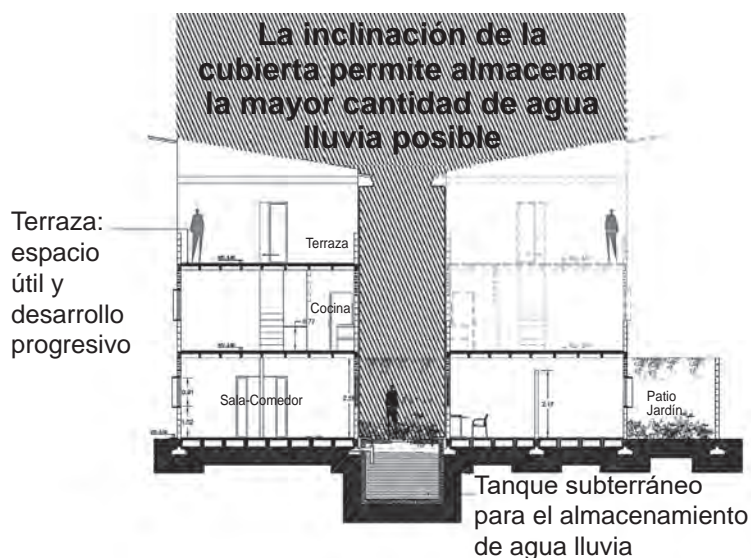


Figura 15.4 Recolección de agua lluvia.

---

El proyecto está concebido bajo la óptica del uso racional del recurso hídrico aplicando diferentes procedimientos para reducir la demanda de agua, utilizando algunos mecanismos de ahorro; produce una oferta hídrica utilizando tecnologías de reciclaje de agua lluvia y aguas grises; y reduce considerablemente las emisiones de aguas residuales al medio ambiente natural mediante la utilización de un sistema de tratamiento en sitio. Se consideró, además, la recogida selectiva de residuos –separación en la fuente–, el almacenamiento de vidrio, papel y cartón; el reciclaje de materiales y medidas para el tratamiento en sitio de residuos orgánicos domésticos y de jardinería.

Buscando tener la naturaleza en la ciudad se respetaron las dinámicas naturales existentes, se rehabilitaron espacios como caminos y senderos y se propuso un proyecto de ordenamiento paisajístico a largo plazo de las orillas, ya que los principios del desarrollo sostenible incluyen también la atención a las raíces sociales y culturales que sitúan la ciudad en el tiempo y la historia.

**PÁGINA EN BLANCO  
EN LA EDICIÓN IMPRESA**



## **APLICACIÓN DEL CONCEPTO DE USO INTEGRAL DEL AGUA: PARCELACIÓN ECOTURÍSTICA NASHIRA**

*Luis Darío Sánchez*<sup>28</sup>

Las investigaciones recientes indican que es prioritario abordar el uso del agua desde otra perspectiva, buscando eficiencia, pero también bajo una nueva forma de enfrentar el problema, con un enfoque más integral, revisando el ciclo del agua e incorporando nuevos principios como el de producción más limpia, el de prevención de la contaminación de los recursos hídricos y también el de garantizar los usos múltiples del agua en los sistemas pequeños, de tal forma que no se afecten las condiciones económicas y sociales. Sin embargo, son pocas las experiencias reportadas que indiquen que tal uso integral del agua puede ser factible no sólo a nivel conceptual sino también a escala real. En este capítulo se presenta una aplicación de tales conceptos, mostrando los criterios de planeación y diseño así como los costos de inversión.

La aplicación se desarrolló en el proyecto de vivienda productiva *Nashira*, ubicado en el corregimiento El Bolo-San Isidro, en zona rural del Municipio de Palmira (Valle del Cauca, Colombia). El proyecto *Nashira* es una Villa ecológica de tendencia productiva y sostenible, que garantizará 88 viviendas a mujeres cabeza de familia, las que han participado en todo su proceso de gestión, planeación y ejecución. A futuro, se pretende convertir la parcelación en un sitio turístico y en una fuente de ingresos mediante la venta de productos orgánicos a las ciudades vecinas.

---

<sup>28</sup> Ingeniero Sanitario, Grupo de Abastecimiento de Agua, Instituto Cinara, Universidad del Valle

---

El problema para el desarrollo del proyecto básicamente radicó en la carencia de fuentes superficiales para el suministro a la población. Aunque en la zona aledaña existen fuentes de superficiales de agua, a la altura del proyecto prácticamente su caudal desaparece. Por tal razón, el proyecto desarrolló un proceso de planeación participativa para un abastecimiento de agua y saneamiento seguro bajo los recientes conceptos de uso integral del agua, considerando: uso doméstico, cultivos de pequeña escala y crianza de animales; el desarrollo del sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales que permite reuso del agua para riego y también el uso de los subproductos del tratamiento de aguas residuales (bio-sólidos higienizados) como abono en la parcelación.

### CRITERIOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

*Uso múltiple del agua:* en la planeación del proyecto, la demanda de agua consideró los usos para las actividades domésticas y las actividades productivas de pequeña escala desarrolladas en el predio, como la crianza de animales y el cultivo de pequeñas parcelas.

*Múltiples fuentes de agua para múltiples usos:* se consideró la fuente de agua del sistema para consumo humano, riego y cría de animales, como fuente alterna agua lluvia para riego y aseo de la vivienda, manejo del agua residual para riego y cultivo de heliconias y guadua.

*Uso eficiente del agua:* diseño adecuado de la red de distribución, presión de servicio máxima de 12 metros de columna de agua, capacitación en uso del agua a los usuarios, aprovechamiento de agua residual y minimización de consumos vía aparatos de bajo consumo.

*Aprovechamiento de agua y nutrientes:* el proyecto de Nashira tiene un enfoque de granja integral/ecológica, y por tal razón fue importante encontrar una solución que facilitara el reuso de agua y aprovechara los nutrientes contenidos en las aguas residuales.

*Protección ambiental y de la salud pública:* con el proyecto de saneamiento de Nashira se busca minimizar o evitar las descargas contaminantes a cuerpos de agua, que podrían afectar la calidad del agua subterránea para abastecimiento.

*Operación y mantenimiento:* las familias de la comunidad que participaron en los talleres de planeación estuvieron de acuerdo con que es importante encontrar un sistema que no requiera una operación y mantenimiento (O&M) muy avanzado o laboralmente muy intensivos. La comunidad tiene la expectativa de formar un grupo que se encargue de la O&M.

*Costos:* se seleccionó un sistema de costos razonables y accesible para la comunidad, que al mismo tiempo permitiera el aprovechamiento de recursos/subproductos.

## EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

El proyecto da cobertura a 88 viviendas y se dimensionó para una población de 528 personas, con un promedio de cinco integrantes permanentes por familia, además incluye de una a dos visitantes/familia. Las viviendas de dos pisos tendrán un área construida de 57 m<sup>2</sup>, las cuales serán distribuidas en 11 núcleos de 8 viviendas y se ubicarán en un lote de 3,05 ha. La fuente de agua es subterránea, a la cual se le planificó un sistema de tratamiento por filtración lenta en arena dado su bajo nivel de riesgo microbiológico. El aprovechamiento del agua será: para uso doméstico, cultivos de pequeña escala –principalmente hortalizas y cítricos– crianza de animales entre pollos, patos y codornices. En la tabla 16.1 se resumen los criterios con los cuales fue diseñado este sistema de abastecimiento.

La demanda de agua para actividades domésticas considera: agua para bebida, para la preparación de alimentos, lavado de loza, agua para la ducha, lavado de manos y dientes, para descarga de sanitario, limpieza de la casa y lavado de ropa. Para cada una de estas actividades se determinó una dotación teniendo en cuenta los valores recomendados por Cinara (2007). Con base en las recomendaciones de esta referencia se asumió la dotación neta para el cálculo de la demanda de agua en la crianza de animales, así como las necesidades de riego para los pequeños cultivos, teniendo en cuenta factores como la evapotranspiración, el tipo de cultivo y la forma de riego. El sistema para complementar la demanda de agua consistió en el diseño de la captación, recolección y almacenamiento del agua lluvia para cada vivienda, según los criterios presentados en la tabla 16.2. En la figura 16.1 se relacionan las demandas de agua.

*Tabla 16.1 Criterios de diseño para el sistema de abastecimiento de agua*

<b>Criterio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Tasa de crecimiento poblacional	%	1*
Período de diseño	años	15
Población futura permanente	hab.	511
Población flotante (visitantes)	hab.	176
Población flotante (turistas)	hab.	150**
Dotación neta para usos domésticos	l/hab. día	119
Dotación visitantes	l/hab. día	60
Dotación turistas	l/hab. día	30
Porcentaje adicional por pérdidas	%	20
Caudal máximo diario para uso doméstico	l/s	1.14
Número total de animales de crianza	cab.	5.800
Dotación neta para animales de crianza, gallinas, pollos	l/100 cabezas/día	35
Área total a cultivar	m <sup>2</sup>	4.200

\* Tasa de crecimiento para el Valle del Cauca, según la Secretaría de Planeación Departamental para el 2007

\*\* Los fines de semana

*Tabla 16.2 Sistema individual de captación de agua lluvia*

<b>Característica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área de captación por vivienda (techo)	m <sup>2</sup>	47,3
Coefficiente de esorrentía	-	0,7
Pendientes de techo	%	30
Recolección y conducción	-	Canal rectangular *
Precipitación mensual promedio	Mm	95**
Volumen de agua mensual acumulado	m <sup>3</sup>	3,14
Promedio de días con precipitación en el mes	Días	12
Volumen promedio diario	L	105
Volumen del tanque por vivienda	L	500

\* Recomendado hasta para 90 m<sup>2</sup> de techo

\*\* Promedio de datos mensuales acumulados de la Estación climatológica Univalle CUM para el período comprendido entre 1990 a 1992, años más secos.

## **EL SISTEMA DE SANEAMIENTO**

Consiste en un sistema de arrastre de agua con un tratamiento y disposición/reuso en sitio. El sistema de manejo de aguas residuales tendrá unidades compartidas por grupos de casas (núcleos de 8 y 12 casas). El sistema de recolección de agua residual es de pequeño diámetro, el agua tratada será utilizada en riego de cultivos o para la infiltración en un sistema de gradual. En la tabla 16.3 se consignan los criterios para el diseño del sistema de tratamiento y disposición de las aguas residuales y subproductos. En la figura 16.2 se presenta un esquema del sistema de abastecimiento de agua integrado al de saneamiento y en la figura 16.3 se relacionan las demandas de agua para el sistema de agua residual. El sistema de recolección bordeará cada núcleo para transportar las aguas residuales hacia los respectivos sistemas de tratamiento, de los cuales el agua residual tratada se distribuirá hacia un pozo de bombeo por medio de una red sin arrastre de sólidos, para su posterior aprovechamiento en riego o en un campo de infiltración conformado por graduales.

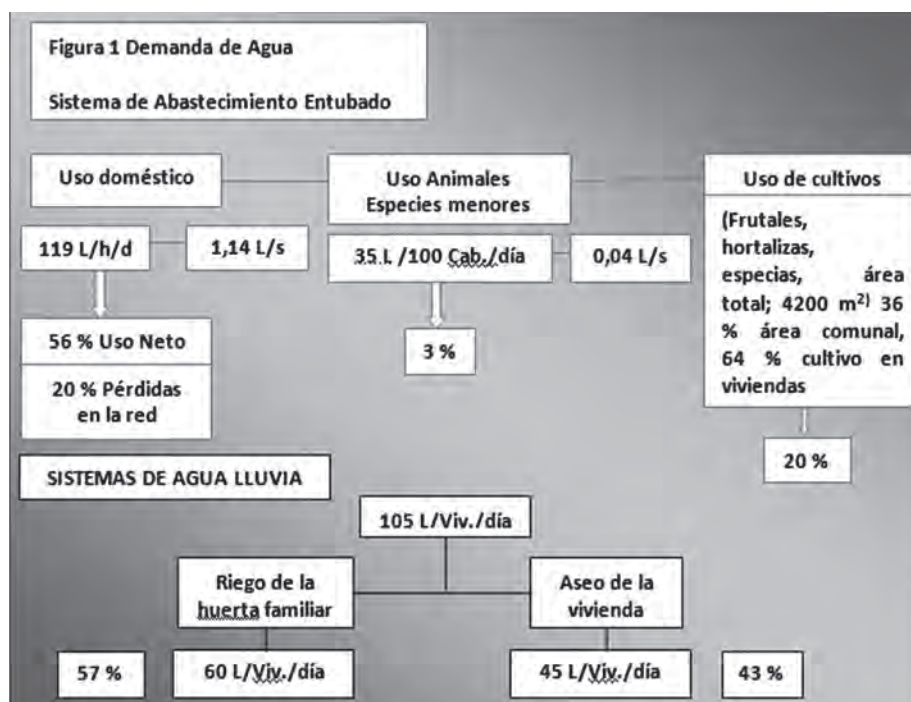


Figura 16.1 Sistema de abastecimiento entubado

Tabla 16.3 Criterios de diseño del sistema de tratamiento y disposición de aguas residuales

Criterio	Unidad	Valor
Dotación neta para usos domésticos	l/hab. día	119
Coeficiente de retorno	%	90
Tasa de infiltración	l/s ha.	0,014
Área aferente al sistema de alcantarillado para agua tratada	Ha.	1.0
Caudal de infiltración	l/s	0,036
Caudal medio de agua residual para ocho casas	l/s	0,06
Caudal medio de agua residual para 12 casas	l/s	0,09
Caudal medio total de agua residual	l/s	0,70
Caudal máximo de agua residual para ocho casas	l/s	0,1
Caudal máximo de agua residual para 12 casas	l/s	0,14
Caudal máximo total de agua residual	l/s	1,05

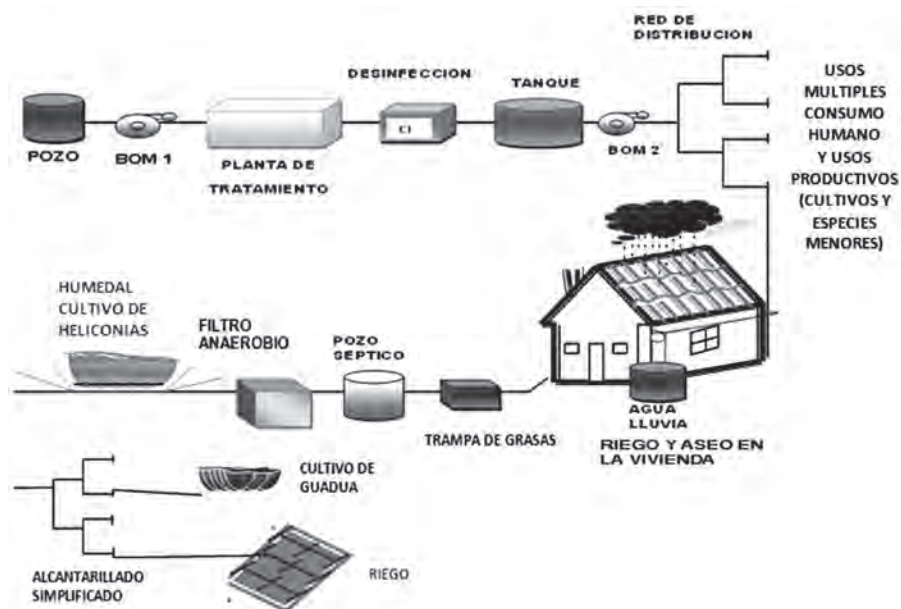


Figura 16.2 Integración de los sistemas de agua y saneamiento.

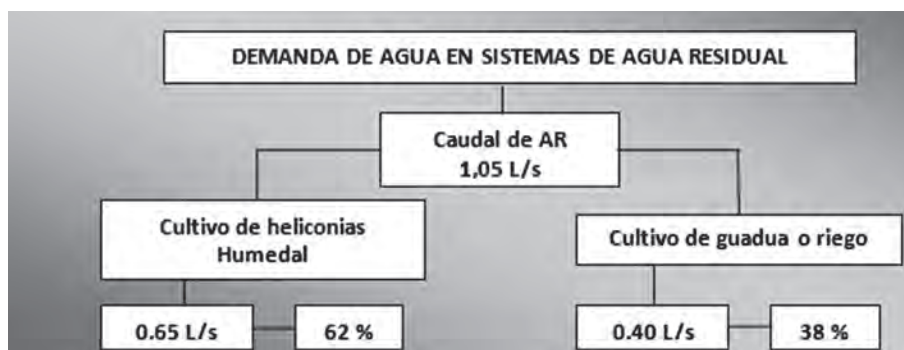


Figura 16.3 Demanda de agua en el sistema de agua residual

## COSTOS DEL SISTEMA

Un resumen de los costos estimados de inversión inicial, para la construcción de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en la villa ecológica, se presentan en la tabla 16.4. En Colombia, según el MAVDT (2004), el costo del sistema de abastecimiento de agua, incluyendo tratamiento para poblaciones de menos de 10.000 habitantes es del orden de US\$137 per cápita, mientras que para el sistema de saneamiento con

tratamiento de agua residual es del orden US\$245 per cápita. El costo total para agua y saneamiento sería entonces de US\$383 per cápita, es decir que para aplicar el concepto de uso integral del agua se espera un incremento en los costos de inversión del 23% sobre la base de esta experiencia, pero se tendrían beneficios adicionales en el ambiente y la producción local. Los costos de operación y mantenimiento para esta experiencia se estimaron en US\$1,9 por familia al mes, es decir 13 centavos de dólar por persona día, suficiente para ser sostenible por una persona pobre que vive con cerca de un dólar por día. Teniendo en cuenta que la solución de agua y saneamiento considera el tratamiento, se espera tener una relación beneficio costo cercana a cinco (CEPIS, SDE, OPS-OMS, 2005), lo cual es muy positivo para los objetivos del proyecto.

*Tabla 16.4 Costos estimados de inversión inicial*

Descripción	Valor Costo per cápita			
	\$Col (miles)	US\$	\$Col (miles)	US\$
Sistema de abastecimiento, con tratamiento	118.700	53.954	270	123
Tratamiento de agua residual	231.500	105.227	526	239
Sistema de recolección de agua residual	45.000	22.500	102	51
Aguas lluvias	71.000	35.500	161	81
TOTAL COSTO ESTIMADO	466.200	233.100	1.059	494

## **BIBLIOGRAFÍA**

- CEPIS, SDE, OPS-OMS (2005). El Agua, Fuente de Vida, Equidad y Calidad en los Servicios. DIIA. Perú.
- CINARA (2007). Lineamientos para el diseño y administración de sistemas de abastecimiento de agua bajo el enfoque de usos múltiples. Proyecto internacional Usos Múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza. Colombia.
- MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004). Guía de elegibilidad y viabilización de proyectos a financiar a través del mecanismo de la ventanilla única. Colombia.



## RECOMENDACIONES

La aplicación del concepto de uso múltiple del agua es ahora una necesidad, y más que eso, una obligación ética y moral, si realmente se tiene el propósito de mejorar la calidad de vida de la población rural más pobre, la cual ha sido discriminada por décadas. La reducción de la pobreza y el hambre planteada en los *Objetivos de desarrollo del milenio* se puede alcanzar si se consideran las formas de vida de los más pobres, que comprenden actividades productivas de pequeña escala en el predio familiar, las cuales muchas veces son la única fuente de alimentos y sustento de la familia y que en su mayoría dependen completamente del acceso al agua. El gobierno colombiano tiene los espacios creados para poner en práctica este concepto que sólo requiere apertura mental de los técnicos de los distintos sectores. Tales espacios son la Constitución Nacional y la Estrategia para la reducción de la pobreza y la desigualdad, entre otros, y los múltiples programas que de ella se han derivado.

El uso múltiple del agua también es una respuesta a la adaptación frente al cambio climático. La posibilidad de diversificar las actividades en el predio rural disminuye la vulnerabilidad de las familias más pobres a los cambios imprevistos en el régimen de lluvias. El uso de diversas fuentes, incluyendo agua lluvia y agua residual tratada, aumenta la disponibilidad de agua en la vivienda, lo que permite la realización de actividades productivas de pequeña escala durante todo el año. La desnutrición en los niños y en las mujeres embarazadas no se acabará si se restringe o se prohíbe el acceso al agua para la producción de los alimentos básicos en el predio rural.

Para implementar efectivamente la estrategia de usos múltiples del agua son necesarios dos cambios fundamentales: por una parte, el currículo de

educación superior debe volverse más integral, la creación de una *ingeniería rural* en Colombia ayudaría a resolver muchos de los problemas de fragmentación en el análisis de los problemas que sufre la zona rural; por otra parte, la adaptación de la normatividad a la realidad rural permitirá por fin aplicar el mandato constitucional de respeto por la diversidad cultural colombiana. Adicionalmente, la coordinación entre instituciones de diversos sectores podrá hacer posible la aplicación del concepto a planes, proyectos y programas sectoriales, ya que por muchos años será imposible cambiar la sectorialidad en el manejo del agua a la que llevó el desarrollo de la ciencia.

La investigación y desarrollo tecnológico son fundamentales para encontrar nuevas formas de abastecimiento de agua que aprovechen integralmente la oferta hídrica disponible, y que permitan usar de forma muy eficiente el agua en toda actividad humana; la investigación debe partir del propio conocimiento de la gente (investigación Modo 2), usar al máximo las ventajas de estar en el trópico y cerrar los ciclos naturales sin afectar los ecosistemas. No es suficiente con educar ambientalmente a la comunidad y los funcionarios de las instituciones, si no se dispone de la tecnología que aplique los conceptos ambientales que se promueven actualmente: extraer la menor cantidad de recursos del ambiente, mantenerlos en el ciclo humano tanto tiempo como sea posible y devolverlos al ambiente teniendo en cuenta la capacidad de asimilación de la naturaleza.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Pobreza en tres localidades rurales estudiadas en el proyecto de uso múltiple.....	28
Figura 1.2	Ingresos familiares vs. acceso al agua .....	29
Figura 2.1	Tarifas vs. morosidad en sistemas rurales de abastecimiento de agua .....	40
Figura 3.1	Sistema de análisis propuesto en gestión integrada de recursos hídricos.....	51
Figura 3.2	Ciclo humano en el ciclo hidrológico .....	52
Figura 3.3	Visión del agua desde la unidad básica de decisión territorial .....	53
Figura 3.4	Aspectos a considerar en cada nivel en el proyecto internacional sobre uso múltiple .....	54
Figura 3.5	Marco conceptual para la sostenibilidad de las intervenciones que promueven el desarrollo humano sostenible.....	55
Figura 4.1	Modelo Diálogo de saberes para investigación y desarrollo.....	59
Figura 4.2	Áreas de estudio del proyecto Usos múltiples del agua como una estrategia para reducción de la pobreza .....	63
Figura 4.3	Estructura general de las Alianzas para el aprendizaje .....	65
Figura 5.1	Aspectos a incorporar para la institucionalización del concepto de usos múltiples del agua.....	78
Figura 5.2	Estrategias sugeridas para institucionalizar el concepto de usos múltiples del agua.....	79
Figura 5.3	Instituciones con mayor permanencia en las alianzas para el aprendizaje .....	80

---

Figura 5.4	Evolución de la red social.....	81
Figura 6.1	Municipios donde se ejecutaron proyecto del PAAR. 2003-2006 (azul).....	87
Figura 6.2	Dotación neta asignada en los proyectos PAAR.....	89
Figura 6.3	Inversiones del PAAR.....	91
Figura 7.1	Localización del acueducto de La Palma-Tres Puertas (Restrepo, Valle del Cauca).....	97
Figura 7.2	Esquema de la red de distribución del acueducto La Palma-Tres Puertas .....	100
Figura 7.3	Consumos mensuales acumulados.....	101
Figura 7.4	Actividades productivas en el predio familiar .....	102
Figura 7.5	Distribución de consumos bimestrales de agua .....	105
Figura 7.6	Capacidad de almacenamiento a nivel de predio.....	105
Figura 7.7	Balance oferta-demanda.....	107
Figura 7.8	Ingresos mensuales por familia.....	110
Figura 8.1	Localización de Cajamarca (Roldanillo) .....	113
Figura 8.2	Distribución predial del acueducto y el minidistrito de riego en una vivienda típica en la vereda de Cajamarca .....	117
Figura 8.3	Ingresos y costos asociados con los diferentes cultivos en Cajamarca .....	125
Figura 8.4	Beneficio mensual promedio por cosecha.....	125
Figura 9.1	Salento y Calarcá en el Departamento del Quindío .....	132
Figura 9.2	Esquema de manejo del agua propuesto para la finca Santa Rita .....	136
Figura 10.1	Localización de la microcuenca Los Sainos .....	140
Figura 10.2	Población humana y animal en la microcuenca.....	141
Figura 10.3	Abastecimiento de agua en las viviendas de la microcuenca .....	141
Figura 10.4	Manejo de aguas residuales domésticas.....	142
Figura 10.5	Distribución del consumo promedio en la microcuenca Los Sainos .....	145
Figura 10.6	Distribución del consumo incluyendo actividades productivas.....	145
Figura 11.1	Localización del Corregimiento de Costa Rica en el Valle del Cauca .....	152
Figura 11.2	Priorización según hombres en viviendas sin actividades productivas.....	155
Figura 11.3	Priorización según mujeres en viviendas sin actividades productivas.....	156
Figura 11.4	Priorización según hombres en viviendas con actividades productivas.....	156

---

Figura 11.5	Priorización según mujeres en viviendas con actividades productivas.....	157
Figura 12.1	Curva de Consumo. Tanque de Almacenamiento. Septiembre 22-23, 2006.....	169
Figura 12.2	Vertimiento Quebrada Vanegas. Septiembre 22, 2006.....	169
Figura 13.1	Propuesta tecnológica para sistemas de abastecimiento de uso múltiple en zonas rurales .....	175
Figura 13.2	Demandas sugeridas en sistemas de abastecimiento de agua de uso múltiples .....	177
Figura 14.1	Esquema organizativo convencional.....	193
Figura 14.2	Esquema adaptado .....	194
Figura 15.1	Elementos naturales del entorno .....	209
Figura 15.2	Elementos del entorno inmediato.....	210
Figura 15.3	Diseño final .....	212
Figura 15.4	Recolección de agua lluvia .....	214
Figura 16.1	Sistema de abastecimiento entubado .....	221
Figura 16.2	Integración de los sistemas de agua y saneamiento .....	222
Figura 16.3	Demanda de agua en el sistema de agua residual .....	222

## LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1	Trabajos de grado realizados por estudiantes de pregrado de la Universidad del Valle .....	61
Tabla 4.2	Tesis de estudiantes de posgrado en usos múltiples del agua .....	62
Tabla 4.3	Estudios institucionales.....	64
Tabla 4.4	Participantes en talleres de las Alianzas para el Aprendizaje en Valle y Quindío con permanencia mayor al 80% en las actividades programadas .....	66
Tabla 7.1	Consumo de agua por actividades pecuarias en una muestra de 63 usuarios.....	104
Tabla 7.2	Demandas identificadas en el estudio de Ospina (2009).....	104
Tabla 7.3	Situación del acueducto .....	107
Tabla 7.4	Tarifas según tipos de cobro para el acueducto La Palma-Tres Puertas .....	109
Tabla 8.1	Características de los sistemas de abastecimiento, acueducto y minidistrito de riego.....	116
Tabla 8.2	Ingreso bruto promedio según actividad productiva.....	124
Tabla 9.1	Mediciones en las fincas del Quindío .....	133
Tabla 9.2	Consumos para actividades domésticas .....	134
Tabla 9.3	Consumos para actividades productivas .....	135

---

Tabla 9.4	Resumen de los índices calculados .....	135
Tabla 10.1	Consumo pecuario en la microcuenca Los Sainos .....	146
Tabla 10.2	Otros consumos .....	146
Tabla 10.3	Consumo de agua para riego .....	147
Tabla 12.1	Diagnóstico de la fuente de abastecimiento .....	162
Tabla 12.2	Resultados de análisis de la calidad del agua. Quebrada Vanegas (2006) .....	163
Tabla 12.3	Diagnóstico de la bocatoma .....	163
Tabla 12.4	Diagnóstico de los tanques de almacenamiento .....	165
Tabla 12.5	Calidad del agua para consumo. Punto de muestreo sede ASUALCAN .....	165
Tabla 12.6	Calidad del agua residual doméstica. Septiembre de 2006 .....	167
Tabla 12.7	Diagnóstico del sistema de alcantarillado .....	168
Tabla 14.1	Requerimientos de personal administrativo según población atendida .....	194
Tabla 14.2	Nivel tarifario propuesto según actividades realizadas .....	201
Tabla 14.3	Ejemplo de esquema para la definición de tarifas en un sistema de uso múltiple en el Valle del Cauca .....	202
Tabla 15.1	Criterios para el proyecto urbanístico .....	210
Tabla 16.1	Criterios de diseño para el sistema de abastecimiento de agua .....	219
Tabla 16.2	Sistema individual de captación de agua lluvia .....	220
Tabla 16.3	Criterios de diseño del sistema de tratamiento y disposición de aguas residuales .....	221
Tabla 16.4	Costos estimados de inversión inicial .....	223

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1	Acceso al agua vs pobreza .....	28
Cuadro 1.2	Ingresos vs acceso al agua .....	29
Cuadro 2.1	Limitaciones con concesiones de agua para uso doméstico solamente .....	34
Cuadro 2.2	Morosidad y tarifas en algunos acueductos rurales .....	40
Cuadro 2.3	Prohibiciones de uso del agua .....	41
Cuadro 2.4	Experiencia con una comunidad rural .....	43
Cuadro 2.5	Visión técnica del abastecimiento de agua .....	44
Cuadro 2.6	La familia rural .....	45
Cuadro 2.7	Importancia del acceso al agua para las familias rurales pobres .....	45
Cuadro 2.8	Conflictos por el uso del agua .....	45

---

Cuadro 2.9	Intervenciones bien intencionadas que generan nuevos conflictos .....	46
Cuadro 3.1	La Teoría de Sistemas era la base de las culturas ancestrales de América .....	51
Cuadro 6.1	Ciclo del proyecto del PAAR.....	86
Cuadro 8.1	Expresión de los usuarios .....	120
Cuadro 8.2	Penalidades antes de tener los sistemas de abastecimiento .....	122
Cuadro 13.1	Conflictos por el uso del agua en la zona rural.....	173
Cuadro 13.2	Actividades de pequeña escala en los casos de estudio del proyecto sobre usos múltiples .....	178
Cuadro 14.1	Indicadores de riqueza y pobreza en comunidades rurales .....	198

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1	Conexiones individuales en la zona rural .....	35
Fotografía 5.1	Visita de campo y reunión con el Concejo Municipal de Restrepo con la Alianza para el Aprendizaje .....	75
Fotografía 7.1	El café es una de las actividades productivas de pequeña escala en Colombia.....	102
Fotografía 8.1	Cultivo de tomate de una mujer en Cajamarca.....	124
Fotografía 9.1	Finca cafetera típica del Quindío.....	134
Fotografía 11.1	Cría de cerdos en los patios de las casas en Costa Rica.....	155
Fotografía 12.1	Quebrada Vanegas .....	163
Fotografía 12.2	Bocatoma del acueducto principal de Costa Rica.....	164
Fotografía 12.3	Desarenador antiguo y desarenador actual .....	164
Fotografía 12.4	Planta compacta (fuera de servicio) y sistema de desinfección .....	165
Fotografía 12.5	Cajas domiciliarias .....	166
Fotografía 12.6	Descargas de aguas residuales del alcantarillado de Costa Rica .....	168
Fotografía 13.1	El agua para el lavado de dientes debe ser potable.....	176
Fotografía 13.2	Canal de irrigación que permite la entrada de ganado.....	180
Fotografía 15.1	Localización del barrio en Cali (Colombia) .....	208
Fotografía 15.2	Fabricación de bloques hechos con concreto reciclado (Ing. Alejandro Salazar) .....	213

---

## LISTADO DE ABREVIATURAS

ASUALCAN Asociación de Usuarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Costa Rica.

CARs Corporaciones Autónomas Regionales (Autoridades Ambientales).

CINARA Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Protección de Recursos Hídricos.

IRC International Water and Sanitation Centre.

IWMI International Water Management Institute.

PAAR Programa de Abastecimiento de Agua Rural para el Valle del Cauca.

## DEFINICIONES

Uso múltiple del agua: utilización de diversas fuentes de agua en diversos usos mediante tecnología multipropósito. Entre las fuentes se incluyen el agua residual tratada y el agua lluvia. El principio básico es emplear la cantidad requerida para cada uso, con la calidad especificada para el respectivo uso.

Sistemas de uso múltiple por diseño: sistemas que han sido diseñados contemplando el concepto anterior.

Sistemas de uso múltiple *de facto*: sistemas que fueron diseñados para un solo uso pero que en la realidad son usados para múltiples propósitos.

Sistemas de uso único: sistemas diseñados y usados para un solo propósito. Por ejemplo sistemas de riego o sistemas de acueducto diseñados solo para irrigación o uso doméstico, respectivamente, que efectivamente son usados para el propósito específico.





Universidad  
del Valle

## Programa Editorial

Ciudad Universitaria, Meléndez

Cali, Colombia

Teléfonos: 57(2) 321 2227 - 57(2) 339 2470

<http://programaeditorial.univalle.edu.co>

[programa.editorial@correounivalle.edu.co](mailto:programa.editorial@correounivalle.edu.co)