

# Aspectos técnicos, operativos y ambientales en los sistemas de abastecimiento de agua potable en municipios con nivel de complejidad medio

## Un estudio de caso

Technical, operational and environmental aspects in the systems the supplying of drinking water in municipalities with middle level of complexity  
A case study

**Yefer Asprilla Lara<sup>1</sup>**  
**Maira A. Martínez Amado<sup>2</sup>**  
**Laura A. Mora Naranjo<sup>3</sup>**

*Fecha de recepción: julio de 2013*  
*Fecha de aprobación: septiembre de 2013*

### Resumen

La disponibilidad del recurso hídrico es sin duda una de las problemáticas actuales más complejas que afrontan muchos países del mundo, en la que intervienen distintos factores que van más allá de la creciente demanda de agua para el consumo, por ejemplo el crecimiento poblacional, la contaminación y la sobreexplotación del recurso hídrico, que generan dificultades cada vez más evidentes en calidad y continuidad del servicio de acueducto en muchos municipios de nuestro país.

Este artículo muestra los aspectos técnicos, operativos y ambientales del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de Viotá, departamento de Cundinamarca, el cual está expuesto a sufrir dificultades en la prestación del servicio si no se toman las medidas necesarias para mejorar su funcionamiento. El estudio de caso permitió identificar cada una de las estructuras, componentes y elementos utilizados desde la captación del agua hasta los domicilios de los usuarios del servicio de acueducto.

**Palabras clave:** sistema de abastecimiento, agua potable, calidad, continuidad, cobertura.

### Abstract

The availability of water resources is undoubtedly one of the most complex current problems facing many countries of the world, in which intervene diverse factors that are beyond the growing demand of water to the consumption such as: population growth, pollution and overexploitation of water resources that generate increasingly difficulties in quality and continuity of water service in many municipalities in our country.

This article depicts technical, operational, and environmental aspects of the supplying of drinking water system of Viotá municipality in Cundinamarca department, which is exposed to suffering difficulties in the service delivery if necessary steps are not taken for improving the performing. This case study permitted identifies each one of the structures, components, and elements used since the capturing of water to the users addresses water service

**Keywords:** Supply system, drinking water, quality, continuity, coverage.

1 Ingeniero civil, M. Sc. en Ingeniería Civil de la Universidad de los Andes, docente de tiempo completo Proyecto Curricular de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

2 Tecnóloga en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

3 Tecnóloga en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. E-mail: yeasla@hotmail.com

## Introducción

Desde el origen de la humanidad, los primeros asentamientos se establecieron en sitios que les permitieran acceder al vital recurso del agua. Sin embargo, muchas poblaciones en diferentes partes del mundo, especialmente las ubicadas en zonas rurales, hoy tienen dificultades para abastecerse y gozar de agua potable. La problemática anterior ha puesto en la agenda de los organismos multilaterales como la Organización de Naciones Unidas (ONU), la Organización Mundial de la Salud (OMS), organismos no gubernamentales (ONG), entre otros, y de los gobiernos locales, especialmente los de países en vía de desarrollo, implementar mecanismos y políticas que les permitan anar esfuerzo para garantizar a sus pobladores acceso, uso y disfrute de agua potable.

En 2000 los 192 países miembros de la ONU acordaron los objetivos de desarrollo del milenio (ODM)<sup>4</sup>, que se pretende alcanzar antes de finalizar 2015, y una de las metas es reducir a la mitad la proporción de personas que no tienen acceso a agua potable y saneamiento básico. Según el informe presentado por la ONU en abril de 2012, cerca de 1100 millones de personas en el mundo carecen de acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable, 2600 millones de habitantes no tienen acceso a servicios básicos de saneamiento y las coberturas de acceso a una fuente de agua mejorada a nivel mundial en zonas urbanas es del 96% y en zonas rurales del 78%.

Por otro lado, en el mundo se mueren anualmente 1 500 000 niños menores de cinco años por la mala calidad de agua y hábitos de saneamiento e higiene insalubres (Informe anual OMS/Unicef, 2010), y cada día mueren 24 000 niños en los países en vía de desarrollo por causas que se podrían prevenir, como la diarrea<sup>5</sup>, generada por la mala calidad del agua, lo que significa que cada 3,6 segundos muere un niño en estos países.

Colombia no es ajena a la realidad mundial y, a pesar de los avances y esfuerzos económicos que el país ha realizado en los últimos años para cumplir con los compromisos de los ODM, las coberturas nacionales de accesibilidad en agua potable a nivel urbano llegan a 97% y rural a 53,3% (DANE, Encuesta Nacional de Calidad de Vida, 2012). Estas coberturas evidencian una gran inequidad, debido a que estos avances solo se reflejan en la zona urbana, dejando de lado a la población que se encuentra asentada en las zonas rurales. Lo anterior admite

suponer que los recursos girados a través de las transferencias del sistema general de participaciones<sup>6</sup> han sido destinados por los entes territoriales para atender los sistemas de abastecimientos solo en las zonas urbanas.

El presente estudio se centró en diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de Viotá (Cundinamarca), donde actualmente se presentan algunas dificultades de orden técnico, operativo y ambiental del acueducto. Esta población se caracteriza por tener una producción agrícola y pecuaria de alto valor económico para el departamento y, al no contar con un sistema técnico y operativo apto para el abastecimiento de agua, su potencial desarrollo puede verse afectado en un futuro no muy lejano.

Para ello se analizó la información obtenida en terreno y diferentes variables que permitieran definir las causas y falencias que generan la actual problemática, se diagnosticó técnica, operativa y ambientalmente el sistema de abastecimiento de agua, para luego plantear posibles soluciones eficaces y sostenibles que garanticen una mejor prestación del servicio de acueducto a toda la población.

## Marco teórico

### *Sistemas de abastecimiento de agua*

Los sistemas de abastecimiento de agua son un conjunto de instalaciones, estructuras, maquinarias o equipos que permiten captar o derivar, conducir, acondicionar, almacenar y distribuir agua apta para el consumo humano, desde una fuente de agua cualquiera hasta cada uno de los puntos donde va a utilizarse.

### *Componentes básicos del sistema*

Todo sistema de abastecimiento de agua está compuesto de los siguientes componentes:

**Captación o derivación.** Se hace mediante diferentes estructuras y depende del tipo de fuente de agua disponible, la cual debe estar protegida de factores contaminantes como animales y actividades realizadas por el hombre; cuando son fuentes superficiales o subsuperficiales se recomienda delimitar o proteger, por medio de cerramiento, el área de captación.

4 ODM aprobados por la ONU en el 2000 y que se enmarcan en erradicar la pobreza extrema y el hambre, lograr la enseñanza primaria universal, promover la igualdad entre los géneros, reducir la mortalidad infantil, mejorar la salud materna, combatir el VIH/sida y garantizar la sostenibilidad y el ambiente.

5 Reporte 2009 OMS/Unicef. "Diarrea: por qué los niños siguen muriendo y qué se puede hacer".

6 Ley 715 de 2001 (Sistema General de Participaciones), por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación, salud y agua potable.



**Figuras 1 y 2.** Fuentes de abastecimiento de río Ruicito y captación de fondo, municipio de Viotá

Fuente: elaboración propia (febrero de 2014).

**Conducción.** Se realiza mediante tuberías de diferentes materiales y diámetros, las cuales se seleccionan dependiendo del caudal y la presión que se requieran. Esta tubería tiene como función transportar el agua desde la captación o derivación hasta el sitio donde se realiza el tratamiento al agua.

**Tratamiento.** Es uno de los aspectos más importantes de todo el sistema de abastecimiento y que requiere mayor cuidado e inversión, pues en este proceso se logra dejar el agua apta para el consumo humano. Existen diferentes maneras, tecnologías y procesos de tratamiento del agua, los cuales van desde los más simples, utilizados en zonas rurales, hasta procesos complejos como las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP). La elección del tipo de tratamiento depende en gran medida de la calidad de la fuente abastecedora de agua.

**Almacenamiento.** Se realiza en estructuras construidas en concreto reforzado o tanques en fibra de vidrio u otro material, que tienen como función servir de reserva de agua tratada (potable), de manera que se garantice la continuidad del servicio en caso de emergencias o reparaciones a la red.

El tanque de almacenamiento debe ser impermeable, estar protegido de cualquier fuente de contaminación; estas estructuras son elevadas o superficiales (enterradas o semienterradas), según el tipo de sistema que se implemente.

**Distribución.** Se define como el conjunto de tuberías que permite suministrar el agua potable a los usuarios o consumidores de la localidad, en condiciones aceptables de calidad, cantidad suficiente, continuidad y presión adecuada.

### **Características de un buen abastecimiento de agua**

Según Solsona y Fuertes (2003), un buen servicio de abastecimiento de agua potable debe cumplir con “los requisitos de las siete C”, las cuales son:

- **Calidad:** el agua debe estar libre de elementos que la contaminen, a fin de evitar que se convierta en un vehículo de transmisión de enfermedades como gastroenteritis, fiebre tifoidea, cólera, entre otras.
- **Cobertura:** garantizar que el agua le llegue a todas las personas sin restricciones, es decir, que nadie debe quedar excluido de tener acceso al agua de buena calidad.
- **Cantidad:** tener acceso a la cantidad suficiente de agua para uso personal, para el hogar y otros usos que demanden sus necesidades.
- **Continuidad:** el servicio de agua debe llegar en forma continua y permanente, pues el suministro por horas puede generar problemas de contaminación en las redes de distribución.
- **Condición:** se refiere a las instalaciones que llevan el agua a los sitios de consumo y donde se mantiene almacenada. Tiene que ver con la situación de seguridad ante riesgo de contaminación, el estado de limpieza de las instalaciones, sobre todo de los tanques y depósitos, y el estado físico general, incluidas las fugas, roturas, pérdidas, etc.
- **Costo:** significa que, además del valor natural, el agua segura tiene un costo que debe ser cubierto por los usuarios para cubrir el valor de los insumos necesarios para purificarla, el valor de las instalaciones, su mantenimiento y reparación. Debe ser razonable para cubrir los costos de tratamiento y también para que los usuarios lo puedan pagar.
- **Cultura hídrica o cultura del agua:** las personas, al reconocer el valor del agua y su relación con la salud, deben hacer un uso racional de ella, preservándola adecuadamente para evitar su contaminación y tomando las medidas sanitarias para asegurar el consumo de las futuras generaciones. Quien tiene cultura hídrica reconoce el costo de producir el agua potable y está dispuesto a pagarlo.

## Metodología

Para realizar el análisis, la metodología utilizada fue la de estudio de caso, donde se reflejan las condiciones técnicas, operativas y ambientales en el sistema de abastecimiento existente en el municipio de Viotá; se realizaron las comparaciones a las que hubo lugar con criterios técnicos y operativos que deben tener los acueductos de nivel de complejidad medio.

## Procedimiento metodológico

### Primera fase: diagnóstico

Se realizó la recolección de la información primaria y secundaria; dentro de la información secundaria se utilizaron múltiples fuentes de información que permitieron aplicar el principio de triangulación (Martínez, 2006) para verificar la validez de los datos obtenidos y la relación que guardan entre sí. Para ello se acudió a instituciones del orden nacional, departamental y municipal, entre otras entidades. Se realizaron consultas en bases de datos, internet, revisión bibliográfica de libros, revistas, *papers*, consultas de documentos sobre el objeto de estudio, revisión del marco constitucional y legal

de los servicios públicos domiciliarios, especialmente el de agua potable en zonas rurales.

La información primaria se recopiló *in situ*, por medio de entrevistas personales, encuestas aplicadas a los habitantes del municipio objeto de estudio, los cuales serán los directos beneficiados con los resultados de la investigación. Se analizaron muestras de laboratorio del agua que consumen los habitantes, para conocer la calidad de esta, se hizo toma de registro fotográfico y grabaciones en videos de los componentes y especificaciones técnicas-operativas y ambientales existentes, en el sistema de abastecimiento de agua potable de Viotá, como fuentes de captación, tipo de captación, materiales utilizados para la captación, caudales del sistema, bocatoma, tubería o canal de aducción, desarenador, tipo de tratamiento o proceso utilizado en la potabilización del agua, tanque de almacenamiento, tipo de tanque, capacidad, tubería de conducción, red de distribución, diámetros de la línea matriz, diámetros y tipo de material de las redes secundarias, terciarias, conexiones domiciliarias, accesorios (válvulas, hidrantes), presiones disponibles, cobertura y continuidad del servicio, pérdidas, sistema de operación, amenazas ambientales a la fuente de captación, entre otros aspectos.



**Figuras 3 y 4.** Línea de aducción y desarenador del acueducto de Viotá.

Fuente: elaboración propia.

### Segunda fase: análisis prospectivo de la información

En esta fase se realizó un análisis de la información, primaria y secundaria, obtenida en la fase anterior, de manera que nos permitiera hacer el análisis de los aspectos técnico, operativo y ambiental de las condiciones actuales de abastecimiento existentes en el casco urbano del municipio, y posteriormente se realizó la transcripción de los datos, lo cual permitió centrarnos en las variables más relevantes que inciden en los criterios evaluados y luego hacer un análisis más detallado de la infor-

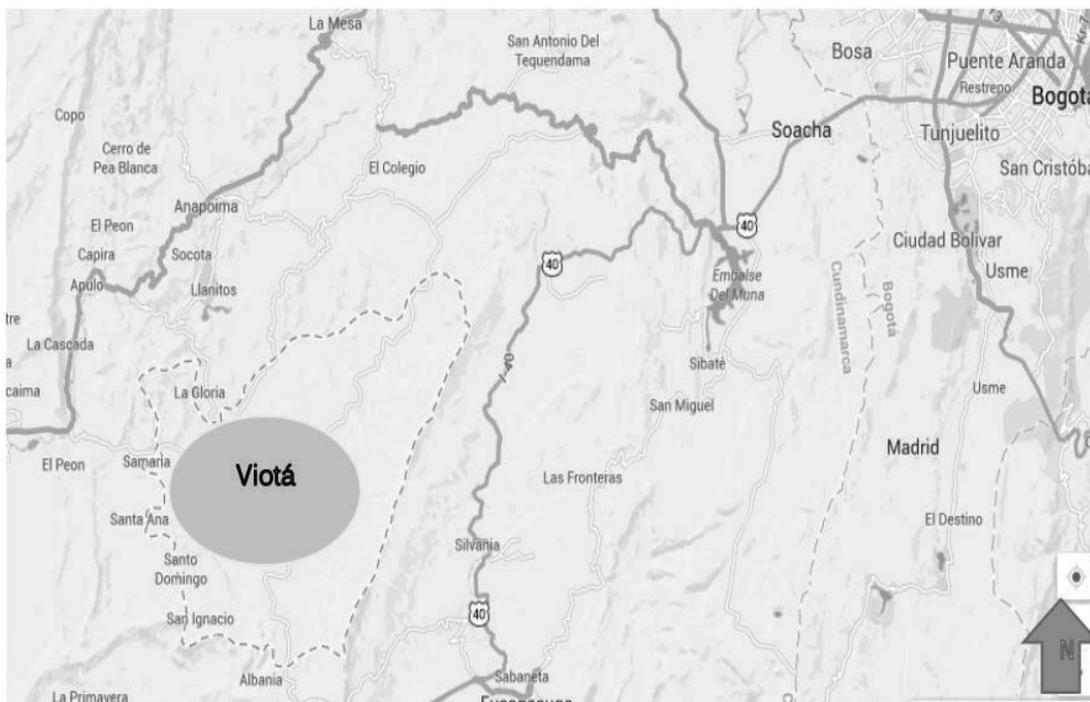
mación encontrada, en aras de poder establecer alternativas de mejoramiento del sistema de acueducto.

### Descripción de la zona de estudio

El municipio de Viotá se encuentra ubicado al suroccidente de Cundinamarca, sobre el piedemonte de la cordillera Oriental, a 86 km de Bogotá y a 12 km de la carretera troncal que comunica el interior con el sur del país. Tiene una población

de 13 073 habitantes, de los cuales 4041 viven en la cabecera municipal; su extensión total es de 208 km<sup>2</sup>, la mayor parte de los cuales pertenecen al área rural, 206,67 km<sup>2</sup>, y solo 1,33

km<sup>2</sup> hacen parte de la cabecera (casco urbano), que está a una altitud de 567 m. s. n. m., con una temperatura media de 25 °C. Ver figura 5.



**Figura 5.** Localización geográfica del municipio de Viotá

Fuente: elaboración propia, a partir de <https://www.google.es/maps/dir//Viotá,+Cundinamarca> (julio 28 de 2014).

## Resultados

Realizado el diagnóstico de cada uno de los aspectos técnicos, operativos y ambientales del sistema de abastecimiento

de agua potable del municipio de Viotá, sus resultados se describen en la tabla 1, donde se toman como referencia los parámetros establecidos en el reglamento técnico de agua potable y saneamiento básico, RAS 2000.

**Tabla 1.** Resultado del estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de Viotá y los parámetros establecidos en el RAS 2000

Componentes acueductos con nivel de complejidad medio	Resultado del diagnóstico			Parámetros establecidos en el RAS 2000
	Aspectos técnicos	Aspectos operativos	Aspectos ambientales	
Fuente de captación o de abastecimiento	La fuente de captación se definió por medio de un estudio hidrológico, realizado en el PMAA en 2011 y se escogió la del río Ruicito.	La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) otorgó una concesión por diez años a partir del 2003; por lo tanto, se debe adelantar nuevamente el trámite de concesión ante la CAR, ya que este se encuentra vencido.	El municipio protege la fuente, la entidad prestadora del servicio debe velar por la conservación y control de la fuente de suministro. Actualmente no se ejecutan planes de ahorro y uso eficiente de agua.	Se cumplen parcialmente, debido a que la concesión de agua se encuentra vencida y la fuente de captación se encuentra amenazada por la existencia de actividades agrícolas y pecuarias aledañas.

Continúa

Componentes acueductos con nivel de complejidad medio	Resultado del diagnóstico			Parámetros establecidos en el RAS 2000
	Aspectos técnicos	Aspectos operativos	Aspectos ambientales	
Captación/bocatoma	Se capta un caudal de 16 l/s, suficiente para abastecer a la población de Viotá.	Se realizaron inicialmente análisis de medición del caudal y de la calidad de agua captada. Pero no se llevan registros diarios del caudal captado.	En épocas de fuerte verano (fenómeno del “Niño”) puede verse afectada la captación y presentarse desabastecimiento respecto a la demanda actual del preciado líquido.	Las estructuras de captación cumplen con lo establecido en la norma.
Línea de aducción y conducción	La tubería instalada es de 6 pulgadas en polivinilo del cloruro (PVC) y garantiza su autolimpieza para evitar desgaste de la tubería por fricción.	Se desconocen las pérdidas reales en la línea de aducción, debido a que no existen medidores de caudal antes que este llegue a la planta de tratamiento.	El material de las tuberías no tiene ningún tipo de restricción medioambiental.	Cumple con las especificaciones para niveles de complejidad medio. Sin embargo, deben instalarse válvulas reguladoras de presión para evitar posibles daños en el futuro.
Desarenador	Actualmente la estructura se encuentra agrietada, debido a los asentamientos diferenciales del terreno. Tiene una capacidad de 56 m <sup>3</sup> , suficiente para el volumen requerido.	No se cuenta con un plan de contingencia para la estructura actual y se evidencia poco mantenimiento de los elementos que lo conforman (válvulas, vertederos, tanquilla de aquietamiento, entre otros).	No cumple con un tratamiento adecuado de lodos provenientes del lavado. Estos simplemente se dejan salir por las válvulas de purga.	No cumple con los requerimientos establecidos.
Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)	No se encontraron los estudios previos al diseño para la construcción de la nueva PTAP que justificaran la elección del tipo de tratamiento. Se cuenta con dos PTAP de tipo compacto, cada una con capacidad de 8 L/s.	No se tiene un manual de mantenimiento y operación de la PTAP. No existe ningún tipo de medición de caudal de entrada en la PTAP antigua, que es la que actualmente está en operación, por lo tanto no se conoce el caudal que se trata.	La PTAP nueva no realiza un adecuado manejo de lodos, pues estos son evacuados de la planta por medio de válvulas de purga que los conducen al sistema de alcantarillado público.	Según los muestreos de agua realizados por Laboratorio Daphnia, el agua tratada cumple con los parámetros establecidos en la norma.
Tanques de almacenamiento de agua potable	Existen tres tanques de almacenamiento con capacidades de 216,61, 238,7 y 230,9 m <sup>3</sup> . Ninguno de ellos cuenta con sistemas de medición de presión y volúmenes de agua suministrados a los usuarios.	Las actividades de mantenimiento interrumpen el suministro de agua a los usuarios; no se hace medición de los volúmenes de agua entregados a la población porque no hay totalizadores en la tubería de salida del tanque y no hay restricción de ingreso a sus instalaciones.	No hay ahorro ni uso eficiente de agua por parte de la población.	Se cumple parcialmente con algunas especificaciones.

Continúa

Componentes acueductos con nivel de complejidad medio	Resultado del diagnóstico			Parámetros establecidos en el RAS 2000
	Aspectos técnicos	Aspectos operativos	Aspectos ambientales	
Red de distribución	<p>La red está configurada en mallas cerradas con una longitud total de 27 703 m de tuberías con diámetros entre 1 y 6 pulgadas. El 67 % de toda la red es de PVC y el 23 % es de asbesto cemento.</p> <p>La cobertura de las redes en el casco urbano es del 97 % y en el área rural del 49,27 %.</p>	<p>El acueducto no cuenta con macromedidores en ninguno de los puntos del sistema, lo que dificulta la medición de las pérdidas en este; por otro lado, la mayoría de los usuarios cuentan con micromedidores, pero no se utilizan para efectos de facturación, ya que se cobra un valor fijo por estrato socioeconómico, lo que hace difícil cuantificar el agua consumida.</p>	<p>Existen redes en asbesto cemento, material que, por norma ambiental y salubridad, debe ser remplazado por PVC.</p>	<p>Se cumple parcialmente, pues no hay continuidad en el servicio, no se tiene un control de las pérdidas del sistema y no se les ha garantizado cobertura a todos los usuarios del municipio.</p>

Fuente: elaboración propia.



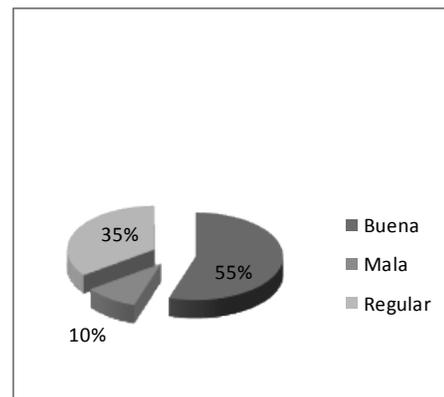
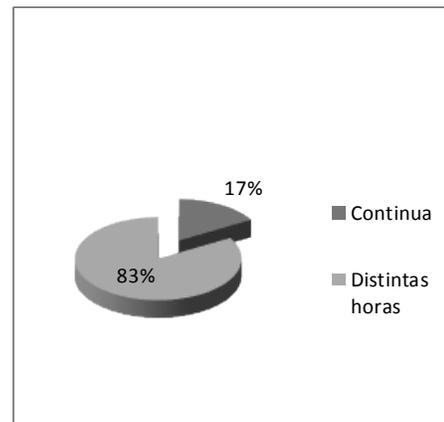
**Figuras 6 y 7.** Estructuras del tratamiento y almacenamiento del agua en Viotá.

Fuente: elaboración propia (febrero de 2014).

### Resultados de las encuestas a los usuarios del servicio de acueducto de Viotá

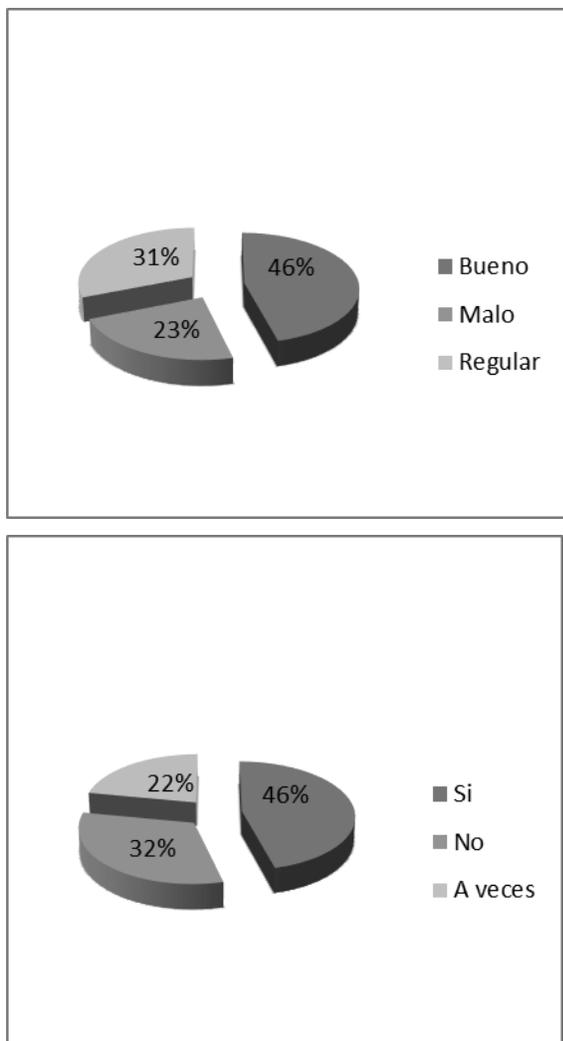
Las encuestas se hicieron puerta a puerta en 200 viviendas de las 1337 ubicadas en el casco urbano del municipio de Viotá,

según el Dane. Esta muestra representa un 15% del total de las viviendas.



**Figuras 8 y 9.** Continuidad y calidad en el suministro de agua del acueducto de Viotá.

Fuente: elaboración propia, a partir de encuesta realizada en febrero de 2014.



**Figuras 10 y 11.** Prestación y presiones del servicio de acueducto de Viotá

Fuente: elaboración propia, a partir de encuesta realizada en febrero de 2014.

Los resultados muestran una gran insatisfacción de los usuarios del sistema de abastecimiento de agua en el municipio; en cuanto a la continuidad del servicio, el 83 % reconoce que este se presta de manera discontinua. En cuanto a la calidad del agua, el 55 % reconoce que es buena y el 35 % que es regular y solamente el 10 % dice que es mala.

Por otro lado, el 46% reconoce que la presión con que llega el agua a su domicilio es buena y el 32% dice que no y por último 45% de los usuarios del sistema afirma que la prestación del servicio de acueducto en general es buena, el 31%, regular y el 23%, mala. Estos resultados indican que se deben hacer las mejoras necesarias para brindar un mejor servicio a los pobladores de Viotá.

## Conclusiones

- La mayoría de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de Viotá cumplen parcialmente con lo establecido en el reglamento técnico de agua y saneamiento básico, RAS 2000. Sin embargo, se requiere realizar algunas mejoras y ajustes en los aspectos técnicos, operativos y ambientales para garantizar una buena prestación del servicio a sus usuarios.
- El sistema requiere que la administración municipal apropie los recursos para solucionar las problemáticas evidenciadas en el diagnóstico, como bocatoma, desarenador, PTAP, tanque de almacenamiento, instalación de macromedidores, reposición de redes de distribución en AC por PVC y ampliación de cobertura, especialmente en la zona rural.
- Es imperiosa la necesidad de poner en funcionamiento los micromedidores para que los usuarios paguen por lo que consumen en m<sup>3</sup> y cambiar el sistema de tarifa única por estrato socioeconómico, lo que permitirá establecer y cuantificar tanto las pérdidas técnicas como las comerciales del acueducto.
- Ambientalmente urge un control a las diferentes actividades económicas (agrícolas, ganaderas y pecuarias) aledañas a la zona de influencia de las fuentes de captación del acueducto, con el fin de disminuir los riesgos de contaminación y deforestación mediante la protección de las cuencas y microcuencas, lo que permitiría garantizar el caudal necesario para abastecer del valioso líquido a la población actual y futura.
- Para que el sistema de abastecimiento de agua potable en los municipios de nivel de complejidad medio sea ideal y sostenible ambientalmente, se debe gestionar la implementación de sistemas de tratamientos de agua residual que eviten los vertimientos y descargas directas a las fuentes hídricas.

## Referencias

- Dane. (2012). Encuesta Nacional de Calidad de Vida. Recuperado de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones\\_vida/calidad\\_vida/cp\\_ECV\\_2012.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/cp_ECV_2012.pdf).
- Defensoría del Pueblo. (2009). *Derecho Humano al agua. Diagnóstico del cumplimiento del derecho humano al agua en Colombia*. Recuperado de file:///C:/Users/ok/Downloads/Evaluaci%C3%B3n%20del%20cumplimiento%20del%20derecho%20al%20agua.pdf.
- Documento Conpes 3383 de octubre de 2005. Plan de desarrollo del sector de acueducto y alcantarillado. Recuperado

- de <http://www.minvivienda.gov.co/conpesagua/3383%20-%202005.pdf>
- Documento Conpes 3463 de 2007. Planes departamentales de agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/conpesagua/3463%20-%202007.pdf>
- Documento Conpes Social 091 de 2005. Metas y estrategias de Colombia para el logro de los objetivos de desarrollo del milenio - 2015. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/objetivos-de-desarrollo-del-milenio.aspx>.
- Gobernación de Cundinamarca. (2003). Plan maestro de acueducto y alcantarillado, subzona 3, Departamento de Cundinamarca, municipio de Viotá.
- Hernández, H. (2000). *Tecnologías apropiadas en agua potable y saneamiento básico*, Ministerio de Desarrollo Económico, Organización Panamericana de la Salud y Banco Mundial.
- López Cualla, R. A. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado* (5ª ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Martínez Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión 20*, Universidad del Norte, Colombia. Recuperado de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/viewFile/3576/2301>.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Viceministerio de Agua. Resolución 1096, por la cual se adopta el Reglamento técnico de agua potable y saneamiento básico en Colombia, RAS 2000. Título B. Recuperado de [http://comunidad.udistrital.edu.co/javalero/2013/04/titulo\\_b.pdf](http://comunidad.udistrital.edu.co/javalero/2013/04/titulo_b.pdf).
- OMS y Unicef. (2009). Diarrea: por qué los niños siguen muriendo y qué se puede hacer. Recuperado de [http://www.unicef.org/spanish/media/media\\_51407.html](http://www.unicef.org/spanish/media/media_51407.html).
- ONU. (2000). Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Recuperado de <http://www.un.org/es/millenniumgoals/bkgd.shtml>.
- ONU. (2004). Decenio Internacional para la Acción, 'El agua fuente de vida', 2005-2015. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU. Recuperado de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/>
- ONU-Agua. (2012). "UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking Water. Glax Report". Recuperado de [http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/glaas\\_report\\_2012\\_eng.pdf](http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/glaas_report_2012_eng.pdf).
- Sánchez M., H. (2005). *Ingeniería sanitaria, planeamiento y construcción de acueductos*. Bogotá: Universidad Javeriana.
- Silva Garavito, L. F. (2002). *Diseño de acueductos y alcantarillado*. Bogotá: Universidad Javeriana.
- Solsona, F. y Fuertes, C. (2003). *Guía para la promoción de la calidad del agua en escuelas de los países en desarrollo*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS.