

Alternativa para el aprovechamiento del agua lluvia en la vereda Mancilla – Facatativá Cundinamarca

Alternative for the use of rainwater in the village Mancilla - Facatativá Cundinamarca

Recibo: 17.07.2018 Aceptado: 17.07.2018

Para Citar:

Forero, J., Pedraza, S., González, V., & Jaimes, D. (2018). Alternativa para el aprovechamiento del agua lluvia en la vereda Mancilla – Facatativá Cundinamarca. *Revista SENNOVA: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, Ed. Esp. 7-23. doi:<http://doi.org/10.23850/23899573.1614>

José Ricardo Forero Mendieta

MSc en Ciencias Química; Especialización tecnológica en gestión de calidad en laboratorios de ensayo NORMA ISO/IEC 17025; Servicio Nacional de Aprendizaje SENA; jrforero@sena.edu.co

Sergio Alejandro Pedraza Pachón

MSc en sistemas de gestión integrados; Servicio Nacional de Aprendizaje SENA; sergioapedraza@misena.edu.co

Valery Tatiana González Castro

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA; vtgonzalez@misena.edu.co

Diana Carolina Jaimes Galvis

MSc en Ciencias Farmacéuticas; Universidad de Cundinamarca; naesis12@yahoo.es

Resumen

Los sistemas para el aprovechamiento de agua lluvia, son una alternativa para reducir el impacto ambiental y social generado por el fenómeno del Niño, que en la última década disminuyó considerablemente la oferta hídrica en los caudales de los cuerpos de agua que alimentan los acueductos municipal y veredal en el municipio de Facatativá, Cundinamarca. Sumado a lo anterior, en la región se evidencia el alto consumo de fincas productoras de fresa que ocasionan el acceso limitado al agua en las unidades familiares en el sector 46 de la vereda Mancilla. El presente proyecto de investigación aplicada y la acción participativa de los habitantes de la vereda Mancilla permitió la construcción y adecuación de 10 unidades de cosecha y tratamiento de agua lluvia, para así obtener una nueva fuente del recurso a través de un desarrollo simple y sostenible en el tiempo; esta tecnología consiste en un sistema de captación, recolección, almacenamiento, filtración, cloración y/o ozonificación permitiendo así el acceso agua potable a las familias de Mancilla. Por lo anterior, se puede concluir en un primer momento que el proyecto de apropiación social ejecutado logró cambiar el acueducto veredal como fuente de consumo de agua local donde los contenidos coliformes totales, *E. coli* y heterótrofos inicialmente antes de implementar el proyecto estaban por encima de los valores máximos permitidos de acuerdo con la Resolución 2115 del 2007. y así disminuir enfermedades causadas por los mismos. Una segunda conclusión es que durante el proceso la comunidad adquirió las herramientas y los conceptos para la construcción, puesta en marcha y mantenimiento de estos sistemas que lograron la captación y potabilización de más de 30 metros cúbicos diarios de agua lluvia, con estándares de calidad en el tratamiento teniendo en cuenta la legislación nacional vigente para tal fin.

Palabras clave: sistemas de tratamiento, comunidad, apropiación social, agua potable.

Abstract

The systems for the use of rainwater, are an alternative to reduce the environmental and social impacts generated by the “El Niño” phenomenon, which in the last decade significantly reduced the water supply in the flows of the water bodies that feed the municipal aqueducts and veredales in the municipality of Facatativá, Cundinamarca. Added to the above in the region is the high one numbers of strawberry producing farms that cause limited access to water in family units in sector 46 of the village Mancilla. The present project of applied research and the participatory action of the inhabitants of the village Mancilla allowed the construction and adaptation of 10 units of harvesting and treatment of rainwater, in order to obtain a new source of the resource through a simple and sustainable development in time; This technology consists of a system of collection, collection, storage, filtration, chlorination and / or ozonation, thus allowing access to drinking water for the families of Mancilla. Due to the above, it can be concluded at the outset that the implemented social appropriation project managed to change the Veredales aqueduct as a source of local water where the total coliform, E. coli and heterotrophic contents were initially very high before the project was implemented in accord of the maximum values allowed in accordance with Resolution 2115 of 2007 and thus reduces diseases caused by them. A second conclusion is that during the process the community acquired the tools and concepts for the construction, commissioning and maintenance of these systems that achieved the collection and purification of more than 30 cubic meters of rainwater per day, with quality standards in the treatment taking into account the national legislation in force for that purpose.

Keywords: treatment systems, community, social appropriation.

Introducción

La problemática actual de la comunidad es la baja disponibilidad de agua para mantener e impulsar proyectos productivos de tipo agrícola y/o forestal; debido a lo anterior, se hace necesario una alternativa de aprovechamiento de agua lluvia y residual que permita satisfacer las demandas de consumo humano, diseñados de acuerdo a la precipitación del lugar, bajo la premisa de tecnologías apropiadas para ambientes rurales y periurbanos.

La implementación del sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia, parte del análisis de modelos topográficos de la zona de estudio para determinar las áreas de drenajes analizando los puntos potenciales de recolección de agua, además del balance hidrológico permitiendo analizar la información pluviométrica de la zona que según datos obtenidos reportados en climate.data.org es de 810 mm al año, a partir de la información colectada a los coeficientes de escorrentía (Chow, Maidment & Mays 1988; Monsalve, 1999; Merritt, Loftin & Ricketts, 1999), se determina la oferta en términos de volumen ajustando a un modelo matemático que permite el suministro mínimo, promedio y máximo anudado a la demanda de agua potable y/o riego en la comunidad. El sistema general

está compuesto por componentes de captación, recolección, interceptor de primeras aguas y almacenamiento, además de otros componentes importantes como el sistema de filtración compuesto, cloración, ozono y la red de distribución de agua a la vivienda (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [CEPIS] y Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2003). El recurso hídrico final disponible se somete a un análisis de calidad físicoquímico según parámetros de muestreo y análisis de uso final para consumo o saneamiento básico en las viviendas.

La implementación del sistema de agua lluvia parte del cálculo del balance hídrico en cuanto al consumo de agua potable por vivienda, con este se determina un dimensionamiento inicial de los sistemas de tratamiento de agua lluvia (Chow *et al.*, 1988). Este tratamiento es de fácil instalación y los insumos son de fácil acceso para los habitantes.

Materiales y métodos

Selección de la población objeto de estudio

El municipio de Facatativá se divide territorialmente en 14 veredas, 16 centros poblados y 109 barrios (Alcaldía de Facatativá, 2002), de los cuales la vereda Mancilla tiene

una extensión aproximada de 1,4 millones de hectáreas, lo que la hace una de las principales veredas de mayor extensión en el municipio.

La alcaldía municipal, en su Plan de Ordenamiento Territorial, afirma, que la vereda Mancilla se comprende “por la totalidad del cerro del mismo nombre con sus dos laderas, hasta la vía que desde el Colegio Juan XXIII, en Prado, conduce hacia el Cerro Negro” (Escuela Superior de Administración Pública [ESAP], 2002), tiene una altitud aproximada de 2.600 m.s.n.m. en la cual existen dos tipos de sistemas productivos, los de subsistencia, que cultivan papa y arveja, y los empresariales, que se dedican a la producción de fresas y a la ganadería. Por otro lado, hay viviendas que a pesar de contar con espacios para los cultivos estos no se realizan por la escasez de agua.

La población fue seleccionada teniendo en cuenta los antecedentes históricos reportados en el año 2016, donde por efecto del fenómeno de El Niño se vio afectado el abastecimiento de agua a la mayoría de la población de la vereda, principalmente por la disminución del nivel de sus embalses. Adicionalmente, el acueducto veredal no cuenta con un sistema de tratamiento óptimo para agua de consumo humano. Por otra parte, se presentan problemas debido al alto uso del recurso hídrico en las

fincas productoras de fresas ubicadas en la parte alta de la cuenca, disminuyendo la disponibilidad de agua para sus hogares.

Diseño e implementación de los sistemas

Con el fin de establecer un diseño de acuerdo con las necesidades de la población y un método de acción para la ejecución del proyecto, este se divide en cinco etapas:

Etapas 1. Selección y caracterización de la población

Para la captura de la información de la caracterización socioeconómica y técnica de los habitantes de la vereda Mancilla de Facatativá se seleccionó como instrumento la aplicación de encuestas. Estas encuestas facilitan la obtención de información primaria y esta se complementa en campo con la observación del área de las viviendas y el ejercicio de observación de las condiciones de su infraestructura.

Las preguntas de la encuesta se diseñaron a partir del enfoque de Medios de Vida según el cual “comprende las posibilidades, activos (que incluyen recursos tanto materiales como sociales) y actividades necesarias para ganarse la vida” (Departamento para el Desarrollo Internacional [DFID], 1999). A través de las preguntas

orientadas por este enfoque, se permite conocer cómo son las condiciones bajo las cuales las personas se hacen a sus medios de vida, con qué activos cuentan y cómo podrían mejorar sus condiciones actuales, lo cual busca el proyecto en la dimensión de mejoramiento de la calidad del agua.

La priorización de beneficiarios consistió en definir cuáles serían los hogares (de entre los encuestados), más aptos para la implementación de los sistemas de tratamiento de agua lluvia. Esta priorización se llevó en cuatro fases: la primera, consiste en la definición criterios de selección, los cuales se establecen la viabilidad de un hogar para ser beneficiario de un sistema.

La segunda fase, es la descripción y valoración de los criterios de selección, la cual consiste en la asignación de valores para definir una escala de medición cuantitativa de cada criterio

La tercera fase, es la asignación de puntaje a los encuestados según criterios, la cual, según las características con que cuente el hogar, se le asignan los puntajes y luego estos se suman. Por última resulta el proceso de la priorización de beneficiarios la cual es una lista de los hogares con mayor potencial y menor de ser beneficiarios.

Etapas 2. Validación de los sistemas de tratamiento de agua lluvia

Con los datos recolectados en las encuestas respecto a la infraestructura de cada hogar, el balance hidrológico reportado en www.climate.data.org y el consumo promedio de cada hogar, se dio inicio con el diseño de los sistemas de tratamiento de agua lluvia y grises acorde con las necesidades de la comunidad y a las condiciones del recurso hizo por lo cual, realizaron muestreos en la bocatomía, salida del sistema de tratamiento veredal, en tres casas aleatorias y en dos puntos de descargas en el efluente natural, teniendo en cuenta los procedimientos estipulados en las Normas Técnicas Colombianas NTC 5667-5, NTC 5667-6 y NTC 5667-10, donde se establecen las directrices para el muestreo de agua en sistemas de tratamiento, ríos o corrientes y aguas residuales.

Posteriormente, fueron analizados los parámetros fisicoquímicos bajo la metodología del Standard Methods versión 2016 y comparado según los requerimientos establecidos en Resolución 2115 del 2007 por la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Etapas 3. Implementación de los sistemas

Una vez estructurados los sistemas de tratamiento de agua lluvia, se inició con la puesta en marcha de cada uno por lo cual fue necesario capacitar a cada unidad familiar frente a la instalación, uso y mantenimiento de los equipos.

Etapas 4. Apropiación social del conocimiento

Se programaron jornadas de capacitación individual (por cada unidad familiar) y en común donde se abordaron las siguientes temáticas: conceptos técnicos; instalación, uso y mantenimiento de los equipos; impactos ambientales asociados al uso indiscriminado del recurso hídrico; impactos sociales y económicos asociados a la calidad actual del agua; sensibilización y ahorro del agua. Adicionalmente, se implementó un manual y video didáctico en cuanto al uso, control y mantenimiento de los sistemas.

Etapas 5. Control y seguimiento

Para conocer la calidad del agua del acueducto veredal que abastece al sector 46 de la vereda Mancilla, se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos descritos en la tabla 1, empleando procedimientos normalizados según American Public

Health Association Labo (1999), en los laboratorios del Centro de Gestión Industrial SENA regional Distrito Capital.

Por otro lado, con el fin de asegurar la calidad de los resultados del agua entregada por los sistemas se enviaron muestras de agua para ser analizados en el Laboratorio Quimicontrol Ltda. Acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Resultados y discusión

Etapas 1. Selección y caracterización de la población objetivo y sistemas productivos

Se realizó la georreferenciación del sector 46 de la vereda, con la finalidad de levantar los diseños técnicos preliminares, las mediciones de área construida por predio e identificar las viviendas que topográficamente se ajustaban mejor para la instalación de los sistemas de tratamiento (Ver Figura 1).

Como resultado de la aplicación de los instrumentos de caracterización de la población objetivo, el comité local prioriza la asignación de los sistemas a 13 familias teniendo en cuenta los resultados sistematizados y de acuerdo con las cuatro etapas descritas en la metodología (Ver Figura 2).

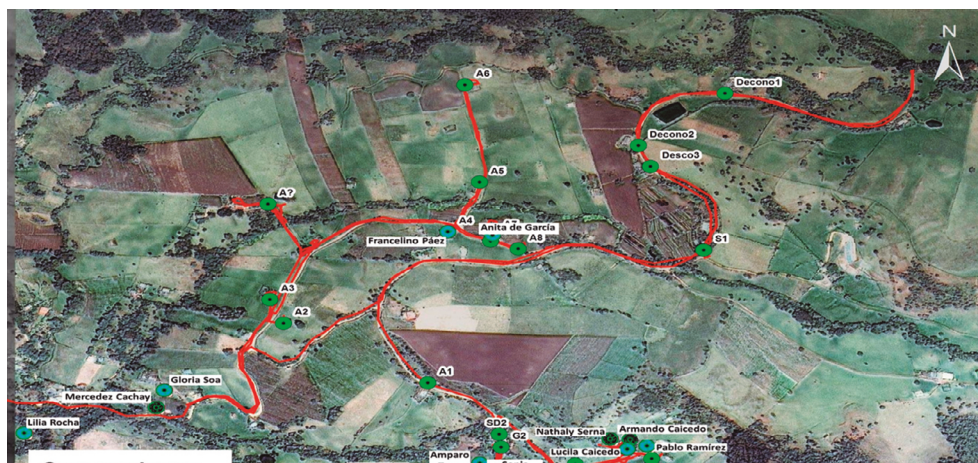


Figura 1. Masificación social del área de influencia del proyecto.

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Obtención de datos encuesta aplicada en la vereda

Fuente: Elaboración propia

Etapas 2. Validación de los sistemas de tratamiento de agua lluvia

El sistema general está compuesto por componentes de captación, recolección, interceptor de primeras aguas y almacenamiento; además de otros componentes importantes como el sistema de filtración rápida y la red de distribución de agua lluvia (CEPIS, 2003), se le realizó a un análisis de calidad físico químico del recurso hídrico disponible del acueducto veredal (Ver Tabla 1).

Según los datos obtenidos y al compararlos con la Resolución 2115 de 2007 que señala las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano se puede evidenciar que parámetros tan importantes como pH, cloro residual y microorganismos patógenos como *E. coli*, *Heterótrofos* y *Coliformes*, no cumplen la normatividad; confirmando la necesidad de implementar un sistema seguro para el consumo humano a nivel doméstico.

Etapas 3. Implementación de los sistemas

Luego de realizar la validación de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia, se realizó el acondicionamiento de cada uno de los terrenos de las unidades familiares según necesidades, y se procedió

a instalar junto con la comunidad cada uno de los sistemas haciendo un monitoreo permanente en cada vivienda para realizar los ajustes correspondientes de caudal, presión, retrolavados, acoples hidráulicos, acometidas, cargas de material filtrante, conexiones a puntos de energía para ozonizadores y electrobombas, dosificación de cloro y puesta en marcha de manera óptima a cada sistema según las necesidades, características topográficas y de infraestructura por vivienda (Ver Figuras 3).

Etapas 4. Apropiación social

Con el fin de abordar las temáticas planteadas para la apropiación social de la CTel se dividió en 4 áreas de trabajo:

Comunicación de la ciencia y de la tecnología: en conjunto con la comunidad se abordaron las diferentes problemáticas percibidas desde el punto de vista de cada unidad familiar, posteriormente se socializaron conceptos técnicos asociados al manejo del recurso hídrico, impactos asociados al manejo y herramientas para el uso eficiente del recurso. Luego, se desarrolló en conjunto un cuento donde se plasmaba la situación actual de la comunidad y cómo proyectan sus vidas una vez fuera instalado el sistema en sus hogares (Ver Figura 4).

Tabla 1.
Análisis físico químico agua acueducto veredal

Variable	Unidad	Resultados	Incertidumbre	Res 2115:2007
pH	Unidad	6,25	No aplica	No cumple
Color	Pt-Co	2,5	±0,5	Cumple
Turbidez	NTU	0,83	No aplica	Cumple
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	<12,2	±0,075	Cumple
Dureza total	mg/L CaCO ₃	9,63	±0,177	Cumple
Calcio total	mg/L	5,28	±0,047	Cumple
Cinc total	mg/L	0,012	±0	Cumple
Hierro total	mg/L	0,061	±0,001	Cumple
Magnesio total	mg/L	0,346	No aplica	Cumple
Manganeso total	mg/L	<0,005	±0,001	Cumple
Aluminio total	mg/L	<0,027	±0,001	Cumple
Molibdeno total	mg/L	<0,023	±0,002	Cumple
Cloruros	mg/L	6,69	±0,062	Cumple
Cloro residual	mg/L Cl ₂	0	No aplica	No cumple
Fosfatos	mg/L	<0,22	±0,017	Cumple
Sulfatos	mg/L	4,73	±0,416	Cumple
COT	mg/L	<3	No aplica	Cumple
Coliformes totales	UFC/100 mL	28	No aplica	No cumple
Escherichia coli	UFC/100 mL	4	No aplica	No cumple
Heterótrofos	UFC/100 mL	1,20E+03	No aplica	No cumple

Fuente: Elaboración propia

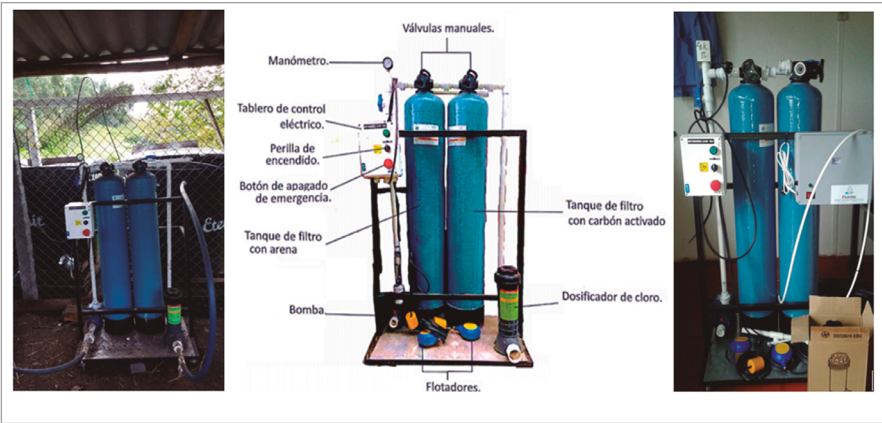


Figura 3. Sistema de tratamiento de agua lluvia

Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Cuento desarrollado por la comunidad

Fuente. Elaboración propia



Figura 5. Jornada grupal manejo de los sistemas

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron jornadas grupales e individuales con actividades de apropiación social de CTel con todos los integrantes de las unidades familiares y otros miembros de la comunidad que querían conocer acerca de esta tecnología para

aclarar dudas referentes al manejo y mantenimiento tanto de los sistemas de tratamiento como de toda la construcción para su correcto funcionamiento en el tiempo (Ver Figuras 5).

Participación ciudadana, intercambio y transferencia del conocimiento

Se generó un espacio para el intercambio de conocimientos con los integrantes de cada unidad familiar e integrantes del grupo de

investigación NEURONA donde se explicaba algunos miembros de la comunidad explican detalladamente la operación y función de cada módulo del sistema, esto permite al grupo de investigación aclarar dudas relacionadas con la operación y mantenimiento (Ver Figuras 6).



Figura 6. Actividad individual por unidad familiar

Fuente: Elaboración propia



Figura 7. Socialización de manuales

Fuente: Elaboración propia

Gestión del conocimiento

teniendo en cuenta la población y las características que en ella se enmarcan se hace entrega a cada hogar de un Manual para la operación de los sistemas de tratamiento, Kits de monitoreo de pH y Cloro residual, videos sobre la operación y mantenimiento obtenidos en las actividades de intercambio y transferencia de conocimiento donde ellos son protagonistas (Ver Figuras 7, 8 y 9).

Plan de sostenibilidad

el alcance del plan es la definición de las acciones técnicas, sociales, económicas y ambientales que se deben tener en cuenta para garantizar que los hogares de la Vereda Mancilla del Municipio de Facatativá mantengan de manera sostenible la solución científico-tecnológica. Por lo cual, se contempla acciones que conlleven a la conservación y correcto funcionamiento de la solución implementada con resultados



Figura 8. Manual para la operación de los sistemas de tratamiento

Fuente: Elaboración propia



Figura 9. Kits de monitoreo de pH y Cloro Residual

Fuente: Elaboración propia

positivos para la comunidad. en cuenta lo anterior, se plantean 4 áreas y se vincula a un integrante de la comunidad como líder de una de estas áreas las actividades específicas de cada uno se describen a continuación:

Social: mantener el interés y la participación por parte de la Comunidad; velar por el buen uso de la solución; propiciar espacios de participación de la comunidad y mantenerla informada; desarrollar las capacidades al frente al conocimiento y buen uso de la solución.

Económico: administrar, recaudar y vigilar los recursos económicos referentes a la solución y velar por el sostenimiento económico; mantener informada a la comunidad frente al manejo de los recursos económicos.

Técnico: garantizar técnicamente el funcionamiento de los sistemas y orientar técnicamente a los usuarios en el manejo adecuado de la misma; programar mantenimientos preventivos y las reparaciones que se requieran; cotizar los repuestos o materiales; conocer y enseñar a los usuarios en el manejo y mantenimiento de la solución.

Ambiental: reducir los efectos negativos generados a partir del uso de la solución; implementar acciones encaminadas a minimizar los riesgos causados por factores externos; velar

por el cuidado del entorno, del Medio Ambiente y por el cumplimiento de las normas ambientales.

Etapa 5. Control y seguimiento

El control y seguimiento se realizó desde tres perspectivas importantes:

Calidad del agua

Se realizaron análisis fisicoquímicos de la calidad del agua a la salida de los sistemas de agua lluvia (Ver Tabla 2) con el fin de comparar los resultados con los de entrada; según los datos obtenidos y al compararlos con la norma el agua cumple con todos los parámetros haciéndola apta para el consumo humano.

Infraestructura

Se programaron visitas permanentes a todas las unidades familiares y se realizó acompañamiento del avance las adecuaciones necesarias para la instalación de los sistemas.

Apropiación Social

Se realizaron continuamente socializaciones, aplicación de herramientas y actividades con toda la comunidad para conocer dudas e inquietudes sobre la operación y mantenimiento de los sistemas.

Tabla 2.

Análisis fisicoquímico agua lluvia tratada

Variable	Unidad	Resultados	Incertidumbre	Res 2115:2007
pH	Unidad	6,83	No aplica	Cumple
Temperatura	°C	19,2	No aplica	No aplica
Color	Pt-Co	6,25	±0,5	Cumple
Turbidez	NTU	1,36	No aplica	Cumple
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	<12,2	±0,075	Cumple
Dureza total	mg/L CaCO ₃	43,6	±0,177	Cumple
Calcio total	mg/L	20,8	±0,047	Cumple
Cinc total	mg/L	0,008	±0	Cumple
Hierro total	mg/L	0,112	±0,001	Cumple
Magnesio total	mg/L	0,311	No aplica	Cumple
Manganeso total	mg/L	<0,005	±0,001	Cumple
Aluminio total	mg/L	0,075	±0,001	Cumple
Molibdeno total	mg/L	<0,023	±0,002	Cumple
Cloruros	mg/L	23,6	±0,062	Cumple
Cloro residual	mg/L Cl ₂	1,7	No aplica	Cumple
Fosfatos	mg/L	<0,22	±0,017	Cumple
Sulfatos	mg/L	<3,23	±0,416	Cumple
COT	mg/L	3,66	No aplica	Cumple
Coliformes totales	UFC/100 mL	<1	No aplica	Cumple
Escherichia coli	UFC/100 mL	<1	No aplica	Cumple
Heterótrofos	UFC/100 mL	1,00E+00	No aplica	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Se realizó un acercamiento con la comunidad gracias a las diferentes actividades de apropiación social de CTel que permitieron dar mayor confianza y resolver dudas con respecto a los sistemas, por otro lado, la participación de la comunidad en la construcción de los sistemas, instalación, mantenimiento,

adecuación de las viviendas fue vital para la puesta en marcha de los mismos. El proyecto ofrece una alternativa al acueducto veredal como fuente de consumo de agua asegurando que los resultados parámetros de calidad evaluados en laboratorio acreditado bajo la Norma ISO/IEC 17025 se encuentran dentro de los rangos establecidos para agua potable.

Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por COLCIENCIAS en la Convocatoria Ideas para el Cambio BIO 2016 capítulo I, con la participación de instituciones como ENLACE, FES, Fabio Hernandez Rodriguez; Subdirector Centro de Gestion Industrial, Edilma Sandoval Mojica; Coordinadora de Formación Profesional Centro de Gestion Industrial, Javier Enrique Santana; Padrino de la Solución; Amparo Tovar líder del Sector 46 de la Vereda Mancilla.

Referencias

- Alcaldía de Facativá (2002). *Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Facativá-Cundinamarca*. Recuperado de: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/5eot%20-%20esquema%20de%20ordenamiento%20territorial%20-%20componente%20general%20-%20facativ%C3%A0%20-%20cundinamarca%20-%202002.pdf>
- American Public Health Association Labo (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Sewage*.

Recuperado de: https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf

- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente y Organización Panamericana de la Salud (2003). *Especificaciones técnicas captación de agua de lluvia para consumo humano*. Lima, Perú: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.
- Chow, V., Maidment, D. & Mays, L. (1988). *Hidrología aplicada*. EEUU: Mc Graw Hill.
- Departamento para el Desarrollo Internacional (1999). *Hojas orientativas sobre los medios de vida sostenibles*. Recuperado de: http://www.livelihoodscentre.org/documents/20720/100145/Sus_livelihoods_guidance_sheets_es/828b264e-bb7f-4a43-a25f-8996fa7cc447
- Escuela superior de administración pública (2002). *Componente rural del plan de ordenamiento territorial*. Recuperado de: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/5eot%20-%20>

esquema%20de%20
ordenamiento%20
territorial%20-%20
componente%20rural%20
-%20facatativ%C3%A0%20
-%20cundinamarca%20-%20
2002.pdf

Merritt, F., Loftin, M. & Ricketts, J.
(1999). *Manual del ingeniero
civil*. (4ta ed). México:
McGraw Hill.

Monsalve, G. (1999). *Hidrología
en la ingeniería*. Escuela
colombiana de ingeniería.
Colombia: Alfaomega.

Norma Técnica Colombiana 5667-
5. (2008). *Calidad del agua.
Muestreo. Parte 5: directrices
para el muestreo de agua
potable de instalaciones
de tratamiento y sistemas
de distribución por tubería*.
Bogotá: ICONTEC.