

Análisis del Funcionamiento del Sistema de Abastecimiento de Agua de la “Vereda El Caracol”,
Municipio de San Andrés, Santander.

Wilmer Erney López Hernández

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Edgar Ricardo Oviedo Ocaña

MSc. PhD. Ingeniero Sanitario

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniarías físico-mecánicas

Escuela de ingeniería civil

Bucaramanga

2020

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Objetivos	16
1.1 Objetivo general	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
2. Cuerpo de trabajo.....	16
2.1 Marco de referencia	16
2.1.1 Método	16
2.1.1.1 Fase I. Diagnóstico.....	17
2.1.1.2 Fase 2. Evaluación de la sostenibilidad del sistema de abastecimiento.....	18
2.1.1.3 Fase 3. Plan de acción.	19
2.1.2 Resultados	20
2.1.2.1 Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua de la localidad.....	20
2.1.2.1.1 Diagnóstico técnico.....	20
2.1.2.1.2 Diagnóstico administrativo del sistema.....	23
2.1.2.1.3 Diagnóstico social.....	24
2.1.2.2 Análisis del sistema a través de la aplicación de la herramienta	25
2.1.2.2.1 Características de la población	25
2.1.2.2.2 Aceptabilidad de los usuarios	26
2.1.1.2.3 Rendición de cuentas y transparencia.	27
2.1.1.2.4 Acciones conjuntas.....	27

2.1.2.2.5 Conflictos.....	29
2.1.2.2.6 Políticas, reglas y normas	30
2.1.2.2.7 Administración, operación y mantenimiento.....	31
2.1.2.2.8 Soportes de pos construcción.....	32
2.1.2.2.9 Acceso al agua.	33
2.1.2.2.10 Apropiación de tecnología.....	33
2.1.2.2.11 Infraestructura.....	34
2.1.2.2.12 Fiabilidad.	36
2.1.2.2.13 Calidad de agua.....	37
2.1.2.2.14 Conocimientos financieros.	38
2.1.2.2.15 Financiamiento.....	38
2.1.2.2.16 Riesgos en la provisión de servicios.	39
2.1.2.2.17 Impacto ambiental de la tecnología.....	40
2.1.2.2.18 Evaluación de los atributos de sostenibilidad.	41
2.1.2.3 Plan de acción	43
2.1.2.3.1 Aspectos tecnológicos.	45
2.1.2.3.2 Aspectos administrativos.....	45
2.1.2.3.3 Aspectos sociales y de participación comunitaria.	46
3. Conclusiones	46
Referencias.....	48
Apéndices.....	51

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Descripción e inconvenientes de los componentes del sistema.....	21
Tabla 2. Evaluación de las características de la población.	25
Tabla 3. Evaluación de la aceptabilidad de los usuarios.....	26
Tabla 4. Evaluación de la Rendición de cuentas y transparencia.....	27
Tabla 5. Evaluación de las Acciones conjuntas.	29
Tabla 6. Evaluación de conflictos.	29
Tabla 7. Evaluación de las políticas, reglas y normas.	30
Tabla 8. Evaluación de la administración, operación y mantenimiento	31
Tabla 9. Evaluación de los soportes pos construcción.	32
Tabla 10. Evaluación del acceso al agua.	33
Tabla 11. Evaluación de la apropiación de tecnología.	34
Tabla 12. Evaluación de la infraestructura.	35
Tabla 13. Evaluación de la fiabilidad.	36
Tabla 14. Evaluación de la calidad del agua.	37
Tabla 15. Evaluación de los conocimientos financieros.....	38
Tabla 16. Evaluación de los conocimientos financieros.....	39
Tabla 17. Evaluación de los riesgos en la provisión del servicio.....	40
Tabla 18. Evaluación del impacto ambiental de la tecnología.....	41

Tabla 19. Evaluación de los atributos de sostenibilidad.....41

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Tanque de almacenamiento.....	17
Figura 2. Cámara de reparto.....	17
Figura 3. Esquema general del sistema de abastecimiento.	21

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Formato de inspección captación y aducción.....	51
Apéndice B. Formato de inspección desarenador.....	52
Apéndice C. Formato de inspección tanque de almacenamiento	53
Apéndice D. Formato de inspección cámaras de reparto	54
Apéndice E. Formato de inspección red de distribución.....	54
Apéndice F. Formato de encuesta aplicada a los usuarios	56
Apéndice G. Formato de entrevista aplicada a los administrativos y personal de mantenimiento	58
Apéndice H. Método de recolección de la información para cada indicador	60
Apéndice I. Plano de diseño de captación.	65
Apéndice J. Plano de diseño de desarenador	66
Apéndice K. Plano de diseño de conducción	67
Apéndice L. Plano de diseño de tanque de almacenamiento.....	68
Apéndice M. Plano de diseño de red de distribución.....	69
Apéndice N. Plano de construcción de captación	70
Apéndice O. Plano de construcción de desarenador	72
Apéndice P. Plano de construcción de conducción	74
Apéndice Q. Plano de construcción de tanque de almacenamiento.....	75
Apéndice R. Plano de construcción de red de distribución	76
Apéndice S. Comparación entre elementos del sistema construidos y diseñados	77
Apéndice T. Resultados de los análisis de laboratorio: bacteria E. Coli.....	82
Apéndice U. Resultados de los análisis de laboratorio: turbiedad.....	83

Apéndice V. Indicadores que restringe el buen funcionamiento del sistema.84

Resumen

Título: Análisis del Funcionamiento del Sistema de Abastecimiento de Agua de la “Vereda El Caracol”, Municipio de San Andrés, Santander*

Autor: Wilmer Erney López Hernández**

Palabras clave: Sostenibilidad, sistema de abastecimiento rural, países en desarrollo, países desarrollados

Descripción:

En países en desarrollo, la cobertura de abastecimiento de agua en el sector rural es baja en relación con la cobertura urbana siendo necesario establecer estrategias para reducir la brecha. En Colombia, la situación no es distinta alcanzándose coberturas y acceso adecuado de agua de 74.2% en la zona rural frente al 97.3% en la urbana. Una de las dificultades para este limitado acceso de agua en la zona rural es la insostenibilidad de los sistemas rurales de abastecimiento, los cuales fallan por condiciones técnicas, administrativas o económicas. Por lo tanto, es necesario efectuar evaluaciones de los sistemas de abastecimiento rurales con el propósito de establecer medidas que permitan mejorar el funcionamiento de los mismos. El propósito de este proyecto fue analizar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua de la vereda “El Caracol” municipio de San Andrés (Santander). Para tal efecto, se realizó: i) el diagnóstico de las condiciones técnicas, administrativas, económicas y sociales del sistema, ii) el análisis del funcionamiento del sistema a través de una herramienta para la evaluación de la sostenibilidad de estos sistemas; iii) la formulación de un plan de acción para mejorar las condiciones del sistema analizado. Se encontró que el sistema presenta problemas de infraestructura, así como de gestión y administración del servicio de abastecimiento. El análisis mostró que las dimensiones de soportes de pos construcción, conocimientos financieros y rendición de cuentas son las que requieren mayor fortalecimiento mientras que la provisión del servicio, fiabilidad y acceso al agua aunque tuvieron aceptables calificaciones, necesitan ser mejoradas. El plan de acción incluyó gestionar en el gobierno municipal la licitación pública para intervenir en el mejoramiento del sistema, al gobierno capacitación y apoyo en materia técnica, administrativa. Este plan de acción requiere ser validado y priorizado con los actores locales.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Edgar Ricardo Oviedo Ocaña, MSc. PhD. Ingeniero Sanitario

Abstract

Title: Analysis of the Functioning of the Water Supply System of the "Vereda El Caracol", Municipality of San Andrés, Santander*

Author: Wilmer Erney López Hernández**

Key words: Sustainability, rural supply system, developing countries, developed countries

Description:

In developing countries, coverage of water supply in the rural sector is low in relation to urban coverage, and it is necessary to establish strategies to reduce the gap. In Colombia, the situation is no different, reaching coverage and adequate water access of 74.2% in rural areas compared to 97.3% in urban areas. One of the difficulties for this limited access to water in rural areas is the unsustainability of rural supply systems, which fail due to technical, administrative or economic conditions. Therefore, it is necessary to carry out evaluations of rural supply systems in order to establish measures to improve their operation. The purpose of this project was to analyze the operation of the water supply system of the path "El Caracol" municipality of San Andrés (Santander). For this purpose, it was carried out: i) the diagnosis of the technical, administrative, economic and social conditions of the system, ii) the analysis of the system's operation through a tool for evaluating the sustainability of these systems; iii) the formulation of an action plan to improve the conditions of the analyzed system. It was found that the system presents infrastructure problems, as well as management and administration of the supply service. The analysis showed that the dimensions of post-construction supports, financial knowledge and accountability are those that require greater strengthening, while service provision, reliability and access to water, although they had acceptable qualifications, need to be improved. The action plan included managing public bidding in the municipal government to intervene in the improvement of the system, training and support for the government in technical and administrative matters. This action plan needs to be validated and prioritized with local actors.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico- Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Director: Edgar Ricardo Oviedo Ocaña, MSc. PhD. Ingeniero Sanitario

Introducción

Mientras los sectores urbanos presentan altas coberturas en el abastecimiento de agua, una proporción importante de la población rural carece de este servicio básico. Para Colombia, dichas coberturas son del 97.3% en zona urbana y 74.2% en la zona rural [1]. Por lo tanto, el mejoramiento del suministro de agua en la zona rural se constituye en uno de los retos para mejorar las condiciones de nutrición y reducción de situación de pobreza en estas poblaciones [2]. De otro lado, en países en desarrollo los sistemas de abastecimiento rurales se caracterizan por deficiencias tecnológicas, falta de conocimiento y de recursos para la administración y operación del sistema, y baja participación comunitaria para la gestión de los sistemas. Por lo tanto, estas condiciones atentan contra la sostenibilidad de los sistemas de abasto rurales. [3].

En Colombia, los hogares de áreas rurales que no cuentan con sistemas adecuados de abastecimiento o tratamiento de las aguas, recurren a alternativas que pueden llevar a incurrir en esfuerzos económicos, estas alternativas son: conexiones ilegales a la red pública o directamente a los ríos, lagos, pozos profundos o camiones cisterna. La mayoría de estas soluciones representan altos costos para los usuarios y no garantizan la calidad del agua, lo que genera potencial riesgo de salud en los niños y adultos mayores especialmente [4] y afectaciones ambientales a las fuentes hídricas [5].

Uno de los problemas de los sistemas de abastecimiento está relacionado con la sostenibilidad de los mismos, entendiendo está como la capacidad de un sistema para

mantenerse en el tiempo brindando los servicios para los cuales fue concebida. Dicha sostenibilidad incluye la concepción de tecnología apropiada para un contexto social específico, que sea económicamente viable y que genere los menores impactos al ambiente; adicionalmente la participación comunitaria en la gestión del sistema que permita la apropiación y aceptación social del sistema. Todo esto teniendo en cuenta el marco institucional, legal, político y normativo para la implementación de estos sistemas.

La vereda “El Caracol” es un pequeño poblado situado en el municipio de San Andrés (Santander); cuenta con un sistema de abastecimiento que no permite el acceso continuo de agua a todos los habitantes. El sistema fue instalado en el año 1985, no obstante, no se ha realizado un análisis del funcionamiento del sistema que permita establecer mejoras. Por lo tanto, este trabajo de grado analiza la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua de la localidad, para tal efecto: i) se realiza un diagnóstico de las condiciones técnicas a la infraestructura disponible, de las condiciones socio-económicas y de percepción del servicio por parte de los usuarios, y de la gestión del servicio; ii) se evalúa la sostenibilidad del sistema a partir de la aplicación de una herramienta desarrollada en el grupo de investigación Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, que incluye la evaluación de 88 indicadores de diferentes dimensiones técnicas y no técnicas; iii) se propone un plan de acción para abordar las mayores limitaciones del sistema.

El objetivo de este proyecto es analizar la sostenibilidad del sistema de abastecimiento objeto de estudio, para los cuál se realizará un diagnóstico técnico, administrativo,

sociocultural del funcionamiento del sistema que permitirá formular acciones de manejo priorizado para mejorar el funcionamiento del sistema.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Evaluar la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua rural de la vereda El Caracol, San Andrés.

1.2 Objetivos Específicos

Diagnosticar el funcionamiento de sistema de abastecimiento de agua potable que presta el servicio a la población de la vereda “El caracol”

Analizar los elementos de sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua objeto de estudio.

Formular un plan de acción de intervenciones técnicas y no técnicas que consideren el contexto social, político, normativo, y económico de la localidad objeto de estudio.

2. Cuerpo de trabajo

2.1 Marco de referencia

2.1.1 Método. El trabajo incluyó tres fases: i) diagnóstico del sistema de abastecimiento; ii) evaluación de la sostenibilidad del sistema de abastecimiento; y iii) formulación de plan de acción. A continuación se describen cada una de estas fases

2.1.1.1 Fase I. Diagnóstico. Se realizó un reconocimiento y revisión de la infraestructura del sistema de abastecimiento de la localidad. Para tal efecto, se estructuraron formatos de inspección basados en el trabajo de Barón, A. [9] para: Captación y Aducción (Apéndice A), desarenador (Apéndice B), tanques de almacenamiento (Apéndice C), cámaras de reparto (Apéndice D) y red de distribución (Apéndice E). Dichos formatos fueron diligenciados entre el 11 y 13 de septiembre de 2019 que además permitió identificar aspectos constructivos y de funcionamiento de los componentes del sistema. Las Figuras 1 y 2 presentan fotografías de las visitas de campo.



Figura 1. Tanque de almacenamiento.



Figura 2. Cámara de reparto.

Se encuestó a todos los usuarios del sistema usando un formato tipo (Apéndice F) basados en el trabajo de Barón, A. [9] con el cual se puede estudiar la condición social, económica y

demográfica de la población servida, así como para captar la percepción del servicio de cada uno de los usuarios, permitiendo contrastar la información recibida de cada uno de ellos. El número total de encuestados fue de 59 usuarios que se sirven del sistema durante todo el año. De otro lado, se realizaron entrevistas semi-estructuradas basadas en el trabajo de Barón, A. [9] aplicadas a los 4 administrativos y al encargado de la operación y mantenimiento del sistema, la cual se recolectó en un formato impreso (Apéndice G), la cual sirvió para contrastar la información recibida. La entrevista se realizó de manera personal en la residencia de cada uno de los miembros del comité.

2.1.1.2 Fase 2. Evaluación de la sostenibilidad del sistema de abastecimiento. Luego de recolectar la información en la fase diagnóstica, se aplicó la herramienta de proceso de análisis jerárquico (AHP), la cual estudia el sistema por atributos y estos a su vez se evalúan usando indicadores, que pueden ser evaluados y cuantificados. La herramienta fue elaborada y validada por investigadores del grupo de investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (GPH) quienes asignaron los pesos y la ponderación de cada atributo e indicador. La aplicación de la herramienta permitió jerarquizar los aportes de cada atributo a la puntuación final del sistema, permitiendo identificar los aspectos críticos del sistema. Para capturar la información de cada indicador se usaron diferentes técnicas: entrevistas, encuestas, visitas de inspección, análisis de calidad del agua. En el Apéndice H se presenta la herramienta de evaluación con las técnicas empleadas para la recolección de la información, acorde con lo propuesto por Domínguez et al [3]. Es importante mencionar que de los 17 atributos planteados en la herramienta, se pudieron aplicar 16 de éstos, debido a que uno de los atributos se relacionaba con la evaluación de las condiciones de saneamiento

(i.e. existencia de alcantarillado), dado que, se requiere cuantificar la cantidad de desechos líquidos y sólidos producidos por los usuarios del sistema.

Para la evaluación del atributo de calidad de agua se analizaron 10 muestras para bacterias E. Coli, 40 milímetros de muestra en dos mediciones de 20 mL cada una, promediando los resultados se obtiene la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por cada 20 mL y se multiplica por 5 para obtener las UFC por cada 100 mL de muestra, además , se analizaron 10 muestras de agua en dos mediciones y promediado el resultado se determinó la turbiedad de cada muestra, permitiendo conocer el número de muestras de muestras con menos de 2 UNT. Esta metodología fue establecida por la profesora Rey, D [17] del grupo de investigación en recursos hídricos y saneamiento ambiental (GPH) de la Universidad Industrial de Santander.

Una vez evaluados los indicadores que componen cada uno de los atributos se multiplica por el peso de cada indicador, valores que son sumados para conocer la evaluación del atributo, conociendo la evaluación de cada atributo se multiplica por el peso de cada atributo para conocer el aporte de cada atributo al puntuación final del sistema, sumando los aportes de cada atributo se encuentra la puntuación final de funcionamiento del sistema, con un rango valores posible de entre 0 y 99 puntos debido a que no se evaluó el atributo de impacto ambiental de la tecnología .

2.1.1.3 Fase 3. Plan de acción. Luego de aplicar la herramienta AHP a todos los atributos evaluados, se obtiene una la gráfica del funcionamiento del sistema que provee una síntesis

de la sostenibilidad del sistema de abastecimiento. La herramienta permitió establecer los atributos que menos aportan a la puntuación del sistema, por lo que requieren una intervención prioritaria. A partir del enfoque de la herramienta es posible dirigir la atención a la planeación de acciones para mejorar el sistema y posibilitar que la comunidad implemente los cambios requeridos para mejorar la situación del caso de estudio [18].

2.1.2 Resultados. El sistema de abastecimiento de agua de la vereda “El Caracol” se localiza a 1800 msnm, en el municipio de San Andrés (Santander, Colombia). El estudio pudo estimar que la vereda cuenta con 262 habitantes y se encuentra a 9 km del casco urbano del municipio. La temperatura promedio es de 19.3 °C [21] y la principal actividad económica es el cultivo artesanal de café. De determino con este estudio que el sistema de abastecimiento cubre a 59 predios que se encuentran dispersos, hay 105 conexiones a la red, las demás 46 conexiones son para bebederos de ganado o vivienda que solo se usan una temporada al año durante la cosecha del café.

2.1.2.1 Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua de la localidad.

2.1.2.1.1 Diagnóstico técnico. Los días 9 y 13 de septiembre del año 2019 se llevó acabo la inspección técnica del sistema, evaluado cada uno de los componentes: captación y aducción, desarenador, tanque de almacenamiento, cámaras de reparto y red de distribución. En la Figura 3 se muestra un esquema general del sistema, el cual se compone de tres ramales de distribución principales dos de los cuales dos salen del desarenador sin estar conectados a un tanque de almacenamiento.

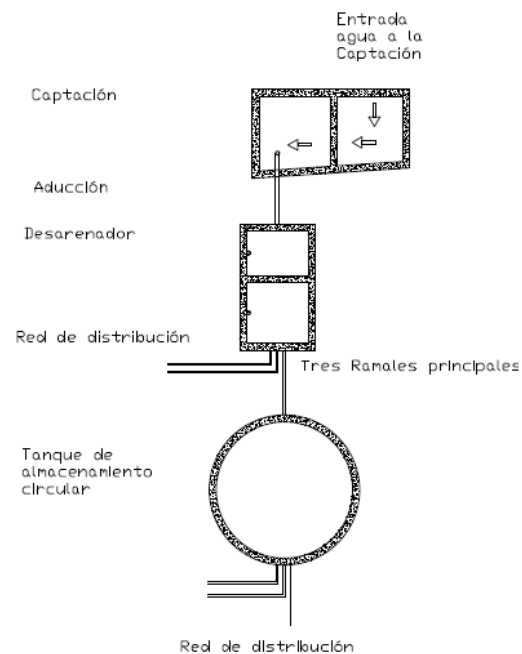


Figura 3. Esquema general del sistema de abastecimiento.

El diagnóstico técnico realizado a los componentes del sistema se resume en la Tabla 1, donde se da una descripción del componente del sistema además de los inconvenientes presentados por éste.

Tabla 1

Descripción e inconvenientes de los componentes del sistema.

Componente	Descripción	Inconvenientes
Captación y aducción	La bocatoma está conformada por un conjunto de muros perimetrales formando dos compartimentos, los cuales, reúnen el agua que aflora de la montaña la cual es aducida por una de 4 pulgadas de PVC, bajo condición de flujo libre hasta el desarenador.	No existe filtro de grava o arena, no se controla ni se mide el caudal captado, la tubería de conducción presenta signos de deterioro.

Desarenador	El desarenador se compone de un tanque de llegada, donde se eliminan pocas partículas en suspensión, el cual, se conecta por medio de un vertedero frontal con otro tanque, donde se eliminan más partículas y se distribuye el agua para las viviendas cercanas.	No cuenta con pantallas superiores, no hay tubería de paso directo, la relación de largo-ancho no es apropiada, no existe tolva de lodos, las instalaciones no remueven gran cantidad de partículas finas y las paredes presentan fisuras
Tanque de almacenamiento	El tanque de almacenamiento retiene el agua que será entregada a las cámaras de reparto o directamente a las viviendas. Se tiene un diámetro de llegada de 3 pulgadas y tres salidas: dos con un diámetro de 2 pulgadas y una de 3/4 de pulgada.	Hay riesgo de infiltración de agua contaminada, la instalación no está cercada para evitar paso de animales grandes sobre la tapa.
Cámaras de reparto	La cámara distribuye el agua a las viviendas y sirven como aliviaderos de presión.	Es fácil el acceso de cualquier persona a la mayoría de las cámaras, algunas cámaras no cuentan con tapa en la totalidad del área superficial o no se encuentran cerradas bajo llave, permitiendo entrada de agua contaminada, además de contar con el cercado perimetral necesario y hay fugas en la mayoría de las cámaras
Red de distribución	Se dispone de una red de distribución ramificada abierta, con conexiones a los predios. La conexión a cada una de las casas se realiza por medio de tubería PVC de 1/2 pulgada, las salidas de los tanques de almacenamiento o del desarenador van desde 3/4 de pulgada a 3 pulgadas, dependiendo la cantidad de usuarios conectados a cada tubo.	No se cuenta con válvulas de purga modernas por lo que puede ingresar contaminación en ellas, hay algunas fugas, la tubería en algunos puntos no se encuentra enterrada a más de 60 centímetros y no se controlan las condiciones hidráulicas. No se cuenta con válvulas de ventosa o válvulas de control.

Los planos detallados de cada uno de los componentes construidos se encuentran en los

Apéndices N-R

En la vereda habitan 76 familias durante todo el año y se da servicio de abastecimiento de agua a 59 viviendas, obteniendo una cobertura de 77,3%. El servicio es prestado durante todo el año las 24 horas del día, con interrupciones frecuentes por mantenimiento o por falta de caudal en la captación en temporada seca, los predios no conectados a este sistema objeto de estudio se abastecen de agua por medio de sistemas más pequeños para máximo 10 predios.

2.1.2.1.2 Diagnóstico administrativo del sistema. El sistema es administrado por un comité del agua el cual es conformado por 5 usuarios, con los siguientes cargos: Presidente, Secretario, Revisor Fiscal, Tesorero y Fontanero encargado del mantenimiento siendo el único cargo que es remunerado económicamente. En el año 2019, los usuarios pagaron una tarifa anual de \$ 25,000 pesos colombianos con un recargo de \$ 5,000 para los usuarios que paguen después del mes de febrero, se lleva contabilidad del pago de la cuota registrados en facturas. Se determinó al aplicar la encuesta a que todos los usuarios tienen capacidad de pago y todos lo hacen, se tiene establecido el corte del servicio para aquellos usuarios que no lo hagan.

Los gastos de mantenimiento se pagan con los recursos generados por el cobro de la cuota anual, para implementar obras de mejoramiento se debe pedir a los usuarios un aporte extra o gestionar los recursos con el gobierno local. El sistema cuenta con apoyo externo, principalmente de la administración municipal de San Andrés. Los miembros del comité administrativo son elegidos de manera democrática y se rotan cada año y solo el 60% de los

miembros se han capacitado en gestión de agua, se cuenta con mecanismo para aplicación de reglas de acceso y uso del agua que son conocidas por 76.3% de los usuarios.

El mantenimiento es realizado por un fontanero al cual se recompensa con una cuota de \$ 140,000 mensuales. Se realiza mantenimiento cada 15 días y la junta presupuestó \$ 3, 500,000 de pesos en 2019 para el mantenimiento y mejoramiento del sistema, los cuales son insuficientes para el mantenimiento y no ha alcanzado para invertir en reformas significativas.

2.1.2.1.3 Diagnóstico social. Cada predio tiene en promedio 3.5 habitantes. La principal actividad económica es el cultivo de café. De acuerdo a la encuesta realizada a los usuarios se estima que todos los hogares pueden pagar por servicio, además, se encontró que el 33.5% de los usuarios han cursado bachillerato y solo 30.5% de usuarios se han capacitado en tratamiento de agua, sanidad o higiene.

Todos los usuarios están en la obligación de asistir a la Asamblea General de Usuario la cual es anual para elegir por medio de votación los miembros y pagar la cuota anual por el servicio, además, es obligación de cada uno de los usuarios participar en las actividades de reparación del sistema y reforestación de la cuenca programadas por el comité, los usuarios pueden ir a participar de las actividades personalmente o pagar la jornada de trabajo para que alguien más las realice.

El sistema no cubre todas las necesidades de los usuarios, puesto que estos demuestran disconformidad en cuanto a la cantidad y calidad del agua, algunas personas se han quejado por falta de agua suficiente especialmente en temporada seca además de malestares estomacales causados por el consumo de agua.

2.1.2.2 Análisis del sistema a través de la aplicación de la herramienta

2.1.2.2.1 *Características de la población.* Respecto de las características de la población, se identificó que en general se presenta un bajo nivel de formación formal (i.e. 33.5% tienen hasta bachillerato, 45% primaria y 21,5% ninguna formación formal) y que solo un 30.5% ha recibido capacitación en temas relacionados con el manejo de agua, sanidad e higiene. Se destaca que todos los usuarios reconocen las funciones y actuales miembros de la junta del agua y manifiestan, además, estar en condiciones para pagar la tarifa del servicio. Una alta proporción de los encuestados (89.8%) manifestó conocer el funcionamiento del sistema de abastecimiento. La Tabla 2 presenta la evaluación de los indicadores de este atributo.

Tabla 2.

Evaluación de las características de la población.

P a	Indicador	Pi	Ei	
0.06	1	% de personas con bachillerato	0.05	33.5
	2	Tasa de crecimiento de la población	0.2	0.84
	3	Demanda per cápita de agua/demanda estándar	0.5	54.3
	4	% de personas con capacitación en tratamiento de agua, sanidad o higiene	0.05	30.5
	5	% de personas que conocen el manejo del sistema	0.05	89.8
	6	% de personas que conocen el funcionamiento y mantenimiento del sistema	0.05	89.8

7	% de usuarios que pueden pagar el servicio de agua	0.1	100.0
---	--	-----	-------

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador

2.1.2.2.2 Aceptabilidad de los usuarios. En relación con aceptación de los usuarios del servicio, se identificó que el 64.4% de los usuarios está satisfecho, mientras que un porcentaje considerable de usuarios (35.6%) no lo estaba, por inconformidades en factores como la falta de continuidad del servicio del agua, turbidez percibida en el agua durante temporada lluviosa además de bajas presiones en la red especialmente en temporada seca.

De otro lado, el 13.6% los usuarios manifestaron que se han enfermado debido al consumo de agua del sistema, lo que muestra la necesidad de establecer medidas de control asociadas a calidad del agua. Se resalta que los usuarios valoran el sistema de abastecimiento y en ese sentido, todos están dispuestos a pagar por el servicio, atribuyendo su decisión a que consideran que el sistema es confiable (88.1% de los usuarios) y al grado de satisfacción con la cantidad de agua recibida (81.4 % de los usuarios). La Tabla 3 presenta la evaluación para este atributo.

Tabla 3.

Evaluación de la aceptabilidad de los usuarios.

Pa	Indicador	Pi	Ei
0.06	1 % de usuarios satisfechos con la calidad del agua	0.2	64.4
	2 % de usuarios satisfechos con la cantidad de agua	0.35	81.4
	3 % de usuarios satisfechos con la fiabilidad del servicio	0.2	88.1

4	% de usuarios que no se han enfermado por consumir agua	0.05	86.4
5	% de usuarios dispuestos a pagar por el servicio de agua	0.2	100.0

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador

2.1.1.2.3 Rendición de cuentas y transparencia. Las reglas de acceso y servicio solo son conocidas por el 76.3% de los usuarios; algunos usuarios desconocen la existencia de algunas reglas debido a que llegaron a residir recientemente. Los usuarios destacan la existencia de mecanismos democráticos para elegir a los miembros del comité de agua, el cual rota cada año. Adicionalmente, una alta proporción de usuarios (89.8%) afirman que se suministran informes sobre las finanzas y uso de fondos. Respecto de la periodicidad de reuniones, los miembros del comité manifiestan haberse reunido 3 veces con los usuarios en el último año. En la Tabla 4 se observa la evaluación de este atributo.

Tabla 4.

Evaluación de la Rendición de cuentas y transparencia.

Pa	Indicador	Pi	Ei
0.02	1 Existencia de mecanismos democráticos al elegir los miembros del comité de agua	0.25	Sí
	2 Número de veces que el comité de agua se reunió con los usuarios el último año	0.25	3
	3 % de usuarios que conocen las reglas de acceso y servicio	0.25	76.3
	4 Existencia de mecanismos de información a los usuarios sobre el comité d finanzas y uso de fondos	0.25	89.8

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador

2.1.1.2.4 Acciones conjuntas. En relación al atributo de acciones conjuntas se identificó que el comité lo conforman cuatro personas: el Presidente, Tesorero, Secretario y Revisor

fiscal, además de un fontanero encargado del mantenimiento, por lo tanto, solo 2.4% de los usuarios participa en actividades de administración, se identificó que la participación de las mujeres en las reuniones del comité es de 59.3%, además, en el último año el comité emprendió 3 iniciativas para mejorar el sistema, y en dos de esta se contó con la participación activa de la comunidad.

El sistema de fue diseñado y construido con la participación de 67.8% de los usuarios actuales, lo cual indica familiarización con el funcionamiento del sistema, se pudo establecer luego del análisis de la encuesta aplicada a los usuarios que el comité escucha y toma en cuenta la opinión de los usuarios en la mayoría de las veces, dado que, el 74.6% de los usuarios lo afirmaron, además de que, todos los usuarios asisten a las reuniones del comité dado que es una regla participar activamente en la primera reunión del comité celebrada el último domingo de enero donde se eligen los miembros del nuevo comité que relevará al anteriormente elegido.

Todos los usuarios contribuyen en efectivo al sistema por medio del pago de cuota anual (en 2019 fue de \$25,000) obligatoria además de un recargo (en 2019 fue de \$5,000) en caso de no pagar en los dos primeros meses del año, y también todos los usuarios participa en actividades de operación y mantenimiento y están dispuestos a continuar participando en actividades del sistema, lo cual indica alta participación y disposición de los usuarios para participar en actividades de mejoramiento. Se resume la evaluación de este atributo en la Tabla 5.

Tabla 5.

Evaluación de las Acciones conjuntas.

P a	Indicador	Pi	Ei
0.06	1 % de usuarios que participan en actividades de administración	0.05	2.4
	2 % de usuarios que participan en el diseño y construcción del sistema	0.05	67.8
	3 Número de reformas realizada en el último año con participación activa de la comunidad	0.05	2
	4 % de usuarios que contribuyen con efectivo al sistema	0.35	100.0
	5 % de usuarios que participan en actividades de operación y mantenimiento	0.1	100.0
	6 % de usuarios mujeres que participan en reuniones	0.05	59.3
	7 % de usuarios que participan en reuniones	0.2	100.0
	8 % usuarios que sienten que son escuchados y sus opiniones tomadas en cuenta	0.05	74.6
	9 Número de iniciativas emprendidas por el comité con respecto a mejoras del sistema, el último año	0.05	3
	10 % usuarios que están dispuestos a participar en activadas relacionadas al sistema	0.05	100.0

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador

2.1.2.2.5 *Conflictos*. Los usuarios afirmaron que el comité cuenta con mecanismo para resolver conflictos entre los usuarios por agua, aplicando los estatutos y haciendo reuniones de diálogo y conciliación. El comité realiza reuniones con los usuarios para analizar las quejas de los usuarios y aplicar los estatutos, por otro lado se supo que el 79.7% de los usuarios no han tenido conflictos con otros usuarios por el agua. El resumen de este atributo es presentado en la Tabla 6.

Tabla 6.

Evaluación de conflictos.

P a	Indicador	Pi	Ei
------------	------------------	-----------	-----------

0.04	1	Existencia de instituciones para resolver conflictos por el agua	0.3	Sí
	2	Existencia de mecanismos efectivos de resolución de conflictos	0.4	Sí
	3	% de usuarios que no han tenido conflictos con otros usuarios por el agua	0.3	79.7

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador

2.1.2.2.6 *Políticas, reglas y normas.* Se analizó el cumplimiento de siete regulaciones entre las que se encuentran las siguientes: a) no se cuenta con inscripción ante la Cámara de Comercio, b) no se ha inscrito el sistema en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), c) no se ha reportado al Sistema Único de Información (SUI), d) no se ha realizado inscripción y reporte de tarifa a la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento (CRA), e) se cuenta con permiso de concesión de agua tramitado ante la autoridad ambiental, f) El contrato por la prestación de los servicios de abastecimiento de agua se da en condiciones uniformes, todos los usuarios pagan la misma cuota además tienen los mismos deberes y obligaciones y g) se procesan las quejas y reclamos. Por lo tanto, 3 de 6 regulaciones aplicables son cumplidas. Además existen derechos sobre el agua, es decir, que alguna vez se concesionó la cantidad de agua captada en la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS). En la Tabla 7 se resume la evaluación de este atributo.

Tabla 7.

Evaluación de las políticas, reglas y normas.

Pa	Indicador	Pi	Ei
0.02	1 (número de regulaciones cumplidas/número de regulaciones aplicables)*100	0.3	42.9
	2 Existencia de derechos del agua	0.7	Si

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador.

2.1.2.2.7 Administración, operación y mantenimiento. El comité no se encuentra legalmente registrado, funciona por mutuo acuerdo de los usuarios con el fin de recaudar e invertir fondos para el mantenimiento, reparación y adecuación del sistema luego de su puesta en servicio se formó el comité y crearon las reglas de acceso y servicio la cuales se aplican a todos los usuarios, según este estudio se sabe que según los miembros del comité solo el 60% de los miembros están capacitados en gestión de agua y no se han actualizado dichas capacitaciones en el último año, además, solo una mujer participa activamente en el comité junto con cuatro hombres demostrando que no hay balance de género.

El comité no cuenta con una oficina para las labores administrativas y contables, las reuniones se realizan en el salón cultural, es allí donde se atienden las quejas y reclamos, además de realizar la elección de los miembros del comité, los cuales, se rotan cada año en elecciones realizadas entre todos los usuarios.

Las actividades de mantenimiento como limpieza de recámaras, tanques de almacenamiento, Desarenador y bocatoma se realizan cada 15 días, mientras que aquellas que requieren reparación (fugas y daños en las tuberías) se abordan inmediatamente. Todos los gastos generados se registran en facturas que son mostradas en la rendición de cuentas. En la Tabla 8 se resume la evaluación de los indicadores administración, operación y mantenimiento.

Tabla 8.

Evaluación de la administración, operación y mantenimiento

Pa	Indicador	Pi	Ei
0.04	1 Existencia de comité legalmente registrado	0.02	No
	2 Existencia de comité del agua funcional	0.15	Si
	3 Existencia del comité del agua legal	0.01	No
	4 (número de miembros activos del comité /número de miembros totales del comité)*100	0.01	100
	5 Existencia de mecanismos activos de rotación en el comité de agua	0.01	Si
	6 (número de miembros del comité capacitados en gestión de agua/número de miembros totales del comité)*100	0.12	60
	7 (número de miembros mujeres del comité/número de miembros totales del comité)*100	0.01	20
	8 Existencia de reglas de acceso y uso del agua	0.10	Si
	9 Existencia de mecanismos de aplicación de reglas de acceso y uso del agua	0.10	Si
	10 Existencia de una oficina del comité	0.01	No
	11 Existencia de mecanismos para reposición de activos	0.01	Si
	12 Existencia de buenos registros escritos	0.03	Si
	13 (número de quejas de usuarios resueltas efectivamente/número totales de quejas)*100	0.02	100
	14 Frecuencia de actividades de operación y mantenimiento	0.10	15
	15 Existencia comité de mantenimiento	0.10	Si
	16 Número de capacitaciones recibidas por el comité de mantenimiento en los últimos 5 años	0.10	0
	17 Existencia de salario o compensación al comité de mantenimiento	0.10	Si

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador.

2.1.2.2.8 *Soportes de pos construcción.* Acorde con lo manifestado por los miembros del comité de administración, no se ha recibido ningún tipo de apoyo del gobierno o de Organizaciones no gubernamentales (ONGs) para la concepción, construcción ni implementación del sistema de abastecimiento. De igual manera, tampoco han brindado apoyos para las capacitaciones técnicas/administrativas/ financieras en el último año. La Tabla 9 presenta la evaluación de los indicadores de soportes de pos construcción.

Tabla 9.

Evaluación de los soportes pos construcción.

P a	Indicador	Pi	Ei
0.01	1 Cantidad de recursos recibidos por los usuarios o un comité de ongs o del gobierno en el último año	0.10	0
	2 Capacitación técnica/administrativa/financiera recibida por los usuarios o un comité de ongs o del gobierno en el último año	0.70	No
	3 Apoyo técnico/administrativo/financiero recibido por los usuarios o un comité de ongs o del gobierno en el último año	0.20	No

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador

2.1.2.2.9 *Acceso al agua.* Se identificó que existen 79 predios de los cuales 59 están conectados al sistema de abastecimiento descrito; por lo tanto, el 74.7 % de los habitantes de la vereda son abastecidos por el sistema. Los otros habitantes presentan sistemas individuales debido a las dificultades técnicas para conectarlos al sistema colectivo (i.e. distancia de los predios o problemas asociados a presiones). Todos los hogares provistos por sistema están conectados directamente a la red de distribución. La Tabla 10 presenta la información de la evaluación de este atributo.

Tabla 10.

Evaluación del acceso al agua.

P a	Indicador	Pi	Ei
0.08	1 (hogares provistos/ hogares totales en la vereda)*100	0.7	74.7
	2 (hogares conectados/ hogares provistos)*100	0.3	100

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador

2.1.2.2.10 *Apropiación de tecnología.* Según el diagnóstico técnico de los componentes del sistema se comprobó que el centro poblado más cercano en este caso San Andrés

(Santander) está separado por 9 kilómetros hasta la vereda El Caracol, donde se ubica el sistema de abastecimiento, por medio de vía estrecha destapada con pendientes propias de terreno montañoso.

El sistema no cuenta con partes mecánicas o eléctricas por lo que no se consume energía no renovable en el sistema. Los materiales para la construcción de los distintos elementos que conforman el sistema como lo son: cemento, acero, agregados pétreos, PVC, ladrillos y cerámica se encuentran disponibles en el mercado local y son accesibles para la comunidad. La Tabla 11 presenta la evaluación de los indicadores de apropiación de tecnología.

Tabla 11.

Evaluación de la apropiación de tecnología.

Pa	Indicador	Pi	Ei
0.13	1 Distancia y tipo de camino hasta el centro urbano más cercano	0.2	9
	2 Número de partes mecánicas y eléctricas del sistema	0.2	0
	3 Número de partes del sistema disponibles localmente/número de partes totales	0.2	100
	4 Número de partes del sistema asequibles para la comunidad /número de partes totales	0.2	100
	5 Cantidad de energía no renovable requerida en el sistema	0.2	0

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador

2.1.2.2.11 Infraestructura. Para evaluar este atributo se diseñaron los elementos que componen el sistema de abastecimiento como son: bocatoma y aducción (Apéndice I), desarenador (Apéndice J), conducción (Apéndice K), tanque de almacenamiento (Apéndice L) y red de distribución (Apéndice M) basado en López Cualla [19]. Se diseñó para una

población proyectada de 300 habitantes y un consumo neto 160 L/hab/día, por lo que se calculó que el caudal de diseño es de 1.02 litros por segundo para pérdidas del 25% según RAS [20].

De acuerdo al análisis de comparación entre construcción y el diseño de los elementos (Apéndice N-R), el resumen de la comparación se puede apreciar en los Apéndice S. Se puede concluir que la mayoría de los elementos de cada componente del sistema fueron inadecuadamente diseñados y construidos (No se encontraron memorias de diseño del sistema) además no se cuenta con componentes para el tratamiento del agua. En la Tabla 12 se presenta el resumen de la evaluación de los indicadores de infraestructura.

Tabla 12.

Evaluación de la infraestructura.

Pa	Indicador	Pi	Ei
0.09	1 Demanda de diseño/ demanda actual	0.4	100
	2 Número de componentes correctamente diseñados/ total de componentes	0.1	0
	3 Número de componentes correctamente construidos/ componentes totales	0.1	0
	4 Longitud de cercado/ longitud de cercado necesaria	0.1	0
	5 Número de componentes de tratamiento correctamente diseñados/componentes totales	0.05	0
	6 Número de componentes de tratamiento correctamente construidos/componentes totales	0.05	0
	7 Número de fugas visibles	0.05	2
	8 Número de componentes con edad menor a su vida útil/ componente totales	0.1	50
	9 % usuarios que trabajan midiendo el consumo	0.05	0

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador

2.1.2.2.12 *Fiabilidad*. San Andrés tiene un clima tropical, es un pueblo con precipitaciones promedio para 2019 de 125.9 mm [22]. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Af [21]. La mayor precipitación en 2019 fue en junio con un valor de 258.4 mm según el IDEM [22], mes durante la cual, todos los usuarios reciben agua durante las 24 horas, por las altas precipitaciones podría generarse deslizamientos lo que no es común que se presenten dado que suelo generalmente es estable. El mes más seco para 2019 fue enero, con 48.6 mm de precipitación [22] donde, El 78% de los usuarios recibe agua sin interrupciones.

Para evaluar el atributo de la fiabilidad además se tomó la opinión de los usuarios respecto a los cortes en el suministro del agua, encontrándose que en un 69.5% no experimentaron cortes durante el último año, los usuarios que sufrieron cortes en un 89.8% afirmaron que el servicio es reparado rápidamente cuando se interrumpe. La Tabla 13 muestra la evaluación del atributo de fiabilidad.

Tabla 13.

Evaluación de la fiabilidad.

P a	Indicador	Pi	Ei
0.08	1 % de usuarios que reciben agua las 24 horas durante temporada seca	0.4	78.0
	2 % de usuarios que reciben agua las 24 horas durante temporada lluviosa	0.3	100.0
	3 % de usuarios que no experimentaron cortes en la provisión de agua en el último año	0.05	69.5
	4 % de usuarios que creen que cuando se interrumpe el servicio se repara rápidamente	0.05	89.8
	5 % de usuarios que creen que la presión del agua es adecuada	0.2	66.1

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador.

2.1.2.2.13 Calidad de agua. Respecto de la calidad del agua, se analizaron 10 muestras de la siguiente forma: 1 en la bocatoma, 8 en casas habitadas durante todo el año, 1 en casa habitada 3 meses del año (esta última para analizar calidad de agua con alto tiempo de residencia en la tubería). Los resultados muestran que el 40 % de las muestras no tienen E. coli, y que el 60% de la muestras con E. coli presentan en promedio 23 Unidades Formadoras de Colonia (UFC) en 100 mL de muestra. En el Apéndice T se muestra el resumen de análisis del laboratorio para bacterias E. Coli.

De otro lado, se analizaron 10 muestras de agua, separando en dos mediciones y promediado el resultado de las dos medidas se determinó la turbiedad de cada muestra, con lo cual, se puede establecer que el 40% de las muestras no tiene más de 2 Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT), En el Apéndice U se muestra el resumen del análisis de turbiedad. En la tabla 14 se presenta la evaluación de los dos indicadores del atributo de calidad de agua.

Tabla 14.

Evaluación de la calidad del agua.

Pa	Indicador	Pi	Ei
0.14	1 % de muestras agua sin <i>E. coli</i> .	0.8	40
	2 % de muestras de agua con menor a 2 unidades nefelométricas de turbidez	0.2	40

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador.

2.1.2.2.14 *Conocimientos financieros.* De acuerdo al consenso de la opinión de los miembros del comité administrativo no hay recursos suficientes para invertir en mejoras del sistema, con los fondos actuales se puede afrontar los costos de mantenimiento y pequeñas mejoras, se supo que no se cuenta con apoyo del gobierno en la capacitación financiera de los miembros del comité pues no se han recibido ninguna sesión de capacitación en los últimos 5 años.

Cada año la primera función del comité elegido es gestionar el presupuesto que se manejará el año de su administración, los recursos son principalmente invertidos en acarrear las actividades de operación y mantenimiento. En la Tabla 15 se resume la evaluación de conocimientos financieros.

Tabla 15.

Evaluación de los conocimientos financieros.

P a	Indicador	Pi	Ei
0.02	1 Existencia de presupuesto anual para el sistema	0.2	Sí
	2 Número de sesiones de capacitación financiera recibida en los últimos 5 años	0.3	0
	3 Existencia de un fondo con recursos suficientes para acarrear las actividades de operación y mantenimiento	0.3	Sí
	4 Existencia de un fondo con recursos suficientes para invertir en mejoras del sistema	0.2	No

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador.

2.1.2.2.15 *Financiamiento.* Para evaluar el financiamiento se preguntó a los usuarios sobre la cuota de pago anual, la cual, tiene un valor de \$ 250,000. Como ninguno de los usuarios registra ingresos inferiores a \$ 500,000 en el año, se puede decir, que ninguno paga una cuota

inferior a 3.5 % de los ingresos familiares. Para el año 2019 se presupuestó unos ingresos necesarios de tres millones doscientos mil pesos \$ 3,200,000 obtenidos del pago de la cuota anual, según la opinión de los usuarios la cuota por el servicio de agua es acorde con el volumen de consumo y nivel socioeconómico, la cual se paga en la primera reunión del comité en el mes de enero, los usuarios que no pagan el día de la reunión mencionada se sanciona con \$ 5,000 de multa, los usuarios morosos tienen un mes extra para realizar el pago del servicio y la multa de lo contrario se suspende el servicio . La evaluación del atributo de financiamiento es presentada en la Tabla 16.

Tabla 16.

Evaluación de los conocimientos financieros.

Pa	Indicador	Pi	Ei
0.02	1 Existencia de presupuesto anual para el sistema	0.2	Sí
	2 Número de sesiones de capacitación financiera recibida en los últimos 5 años	0.3	0
	3 Existencia de un fondo con recursos suficientes para acarrear las actividades de operación y mantenimiento	0.3	Sí
	4 Existencia de un fondo con recursos suficientes para invertir en mejoras del sistema	0.2	No

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador.

2.1.2.2.16 Riesgos en la provisión de servicios. Para evaluar los riesgos en la provisión del servicio se evaluó la fuente de agua, donde se evidencia que, se encuentra alejada de casas o actividad humana que puedan contaminarla. La bocatoma se ubica en el nacimiento de la quebrada “El Coco” por lo que el agua ingresada al sistema no fluye superficialmente por cauce natural antes del ingreso, en la bocatoma se caracterizaron suelos con promedio de 20 cm de profundidad sobre roca sedimentaria, por lo tanto, no es común que presenten

deslizamientos en el sector donde se ubican los componentes del sistema. Por otro lado un 33.9 % de los usuarios usan fuentes alternativas, generalmente se lleva agua de pequeñas quebradas por medio de mangueras individuales que es usada a la par con el agua del sistema para las actividades diarias, además del riego de algunos cultivos. En la Tabla 17 se presenta la evaluación de este atributo.

Tabla 17.

Evaluación de los riesgos en la provisión del servicio.

Pa	Indicador	Pi	Ei
0.09	1 Demanda de agua durante la temporada seca proyectado a 20 años /rendimiento de la fuente en temporada seca	0.5	80
	2 Ausencia de actividades humanas que contaminen la fuente de agua	0.3	Si
	3 Ausencia de deslizamiento que podrían amenazar los componente de la infraestructura	0.1	Si
	4 % de usuarios que usan fuentes de agua alternativas	0.1	33.9

Pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; ei: evaluación del indicador.

2.1.2.2.17 Impacto ambiental de la tecnología. Este aspecto no pudo ser evaluado dado que los usuarios no tienen un sistema de alcantarillado por lo que no es posible evaluar la cantidad de agua residual en un año, además en la captación la cantidad de agua servida en un año no es medida. Por otro lado, no se cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos no siendo posible conocer la cantidad producida en un año, debido a esto inconvenientes la máxima puntuación del sistema es de 99% al no tener en cuenta el peso de 1% correspondiente a este atributo. En la Tabla 18 se presenta los indicadores del atributo de impacto ambiental de la tecnología que se evaluaron.

Tabla 18.

Evaluación del impacto ambiental de la tecnología.

P a	Indicador	Pi	Ei
0.01	1 Volumen de agua residual en el año/volumen de agua servida en el año	0.15	N e
	2 Área ocupada por el sistema/volumen de agua servida en el año	0.1	N e
	3 (agua captada durante la temporada seca/rendimiento de la fuente en temporada seca)*100	0.4	N e
	4 Toneladas de solidos residuales producidos en un año/volumen de agua servida en un año	0.1	N e
	5 Toneladas de emisiones atmosféricas producidas en un año/volumen de agua servida en un año	0.1	N e
	6 Decibeles generados en un año/ volumen de agua servida en un año	0.05	N e
	7 KW de energía no renovable usada en el año/volumen de agua servida en el año	0.1	N e

A: atributo; pa: peso del atributo; pi: peso del indicador; n e: no evaluado ei: evaluación del indicador.

2.1.2.2.18 Evaluación de los atributos de sostenibilidad. La sumatoria de las evaluación de los indicadores evaluados en la sección anterior para cada atributo multiplicados por el peso de cada indicador, da como resultada la evaluación del atributo, la cual, se multiplica por peso de cada atributo para conocer el aporte de este a la puntuación final de funcionamiento del sistema, en la Tabla 19 se presenta la evaluación de cada atributo además del aporte de ellos al puntaje de funcionamiento del sistema.

Tabla 19.

Evaluación de los atributos de sostenibilidad.

Atributo	P a	E a	P a*e a
Características de la población	0.06	49.5	3.0

Aceptabilidad de los usuarios	0.06	83.3	5.0
Rendición de cuantas y transparencia	0.02	67.3	1.3
Acciones conjuntas	0.06	80.4	4.8
Conflictos	0.04	93.9	3.8
Políticas, reglas y normas	0.02	82.9	1.7
Administración, operación y mantenimiento	0.04	70.9	2.8
Suportes de pos construcción	0.01	0.0	0.0
Acceso al agua	0.08	82.3	6.6
apropiación de tecnología	0.13	41.8	5.4
Infraestructura	0.09	45.1	4.1
Fiabilidad d	0.08	82.4	6.6
Calidad del agua	0.14	40.0	5.6
Conocimientos financieros	0.02	50.0	1.0
Financiamiento	0.05	46.0	2.3
Riesgos de provisión del servicio	0.09	83.4	7.5
		Suma=	61.5

P a: peso atributo; e a: evaluación del atributo; suma: puntuación de funcionamiento.

La suma de los aportes de cada atributo es de 61.5 de 99 puntos posibles, dado que el 1% correspondiente al atributo de impacto ambiental de la tecnología no fue evaluado. Por lo tanto, el funcionamiento del sistema se podría definir como regular, se grafica los aporte de cada atributo radialmente, pidiendo establecerse visualmente la cuales son los atributos con menor aporte a la puntuación final, los cuales tendrán el vértice correspondiente más cerca del cero, y así poder establecer un plan de acción para mejorar la sostenibilidad del sistema enfocado en los atributos con menor aporte al funcionamiento. En la Figura 4 se puede identificar los aportes de cada atributo al funcionamiento del sistema.

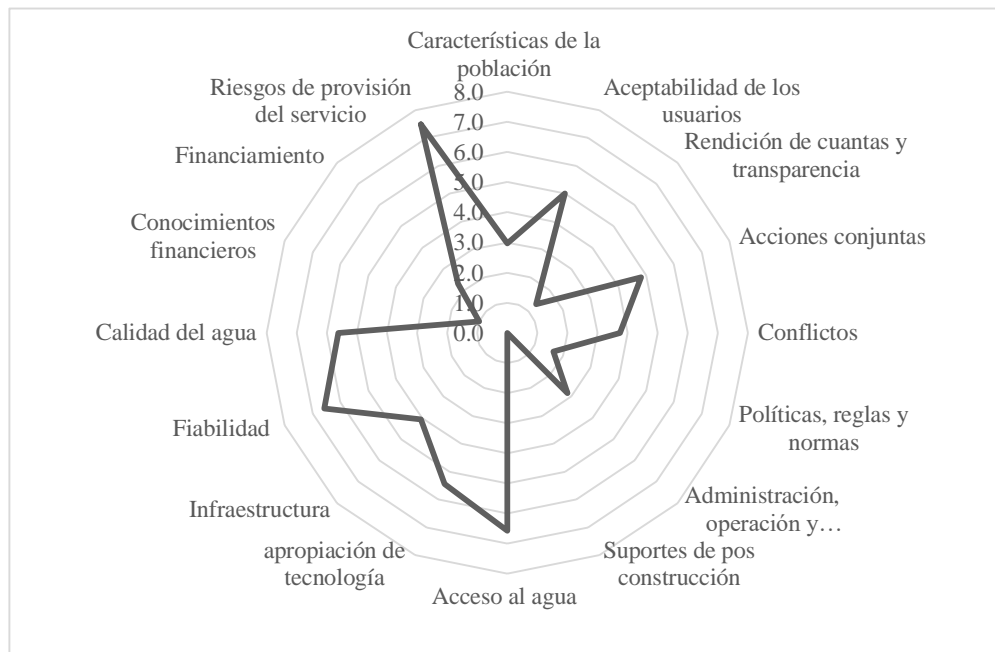


Figura 4. Funcionamiento del sistema de abastecimiento Vereda "El Caracol".

Se puede ver claramente que el aspecto de soportes de pos construcción tiene un puntuación de cero, siendo este el único aspecto que no aporta la puntuación final del sistema, los aspectos de conocimientos financieros y rendición de cuentas y transparencia completan los tres aspectos que menos aportan al funcionamiento, por otro lado, los aspectos que más aportan a la puntuación final del sistema son riesgos en la provisión del servicio, fiabilidad y acceso al agua.

2.1.2.3 Plan de acción. Aplicando el proceso de análisis jerárquico se pueden ordenar los atributos de acuerdo a su aportación a la puntuación final del sistema. Por lo tanto, se puede proponer un plan de acción enunciando en orden los indicadores desde el más crítico al menos. Los indicadores que tuvieron puntajes inferiores a 50% se describen a continuación.

Respecto a los atributos de soportes de pos construcción, conocimientos financieros y Administración, operación y mantenimiento se identificó que el sistema no cuenta con capacitación o apoyo de ONGs o del gobierno en materia técnica, administrativa o financiera, por lo que los miembros del comité no están debidamente capacitados para cumplir sus funciones, por otro lado, las actividades de operación y mantenimiento se realizan con aportes de los usuarios y del municipio, dado que, no se reciben recursos del gobierno nacional. Así mismo respecto a los atributos de rendición de cuentas y transparencia y Políticas, reglas y normas se evidenció que el comité no se reúne con los usuarios frecuentemente porque no se conocen las reglas de acceso y servicio por todos los usuarios, dado que es necesario que sean cumplidas.

El atributo de características de la población obtuvo mala calificación debido a la baja tasa de personas con bachillerato y de crecimiento de la población, además se requiere capacitación en tratamiento de agua, sanidad o higiene para los usuarios.

Respecto a la infraestructura del sistema se requiere una correcta construcción de los elementos que componen el sistema, priorizando en los elementos de tratamiento de agua, dado que se evidenció falla en la calidad de agua evaluada con los indicadores de bacterias *E. coli* y turbiedad. En el Apéndice V se prestan los indicadores de cada atributo que afectan la puntuación de funcionamiento del sistema.

Estos indicadores presentados en formada ordenada, de tal manera que los primeros de la lista son los más críticos en el funcionamiento del sistema, es decir, son los que menos aportaron a la puntuación de funcionamiento del sistema.

Con el fin de mejorar la puntuación en cada uno de los atributos que pueden llegar a mejorarse se recomienda gestionar las siguientes acciones para mejorar la puntuación de funcionamiento del sistema.

2.1.2.3.1 Aspectos tecnológicos. Se requiere diseñar, construir y poner en marcha un sistema de abastecimiento de agua mejorado, que incluya la optimización de componentes como la captación, desarenador, tanque de almacenamiento, conducción y red de distribución. Adicionalmente, debe considerarse la implantación de tecnologías sencillas de tratamiento y desinfección del agua, como puede ser, un filtro lento de grava y arena de manera que no se tenga presencia de microorganismos patógenos en el agua de consumo.

2.1.2.3.2 Aspectos administrativos. Se debe registrar el comité con el fin de poder operar legalmente, además es necesario contar con una oficina donde se pueda pagar la cuota de servicio, así como para gestionar las quejas y reclamos, debe ser conformado por más de 5 usuarios con el fin de mejorar el porcentaje de participación en la administración, también se debe aumentar la participación femenina. El comité debe solicitar a la administración recursos para invertir en el mejoramiento del sistema, se deben gestionar con ayuda de los concejales del municipio un proceso de licitación pública ya sea para la compra de materiales o contrato de manteamiento y mejoramiento, por otro lado, se debe solicitar al gobierno

capacitación y apoyo en materia técnica, administrativa y económica, la cual, se debe recibir cada año, una vez elegidos los miembros, con el fin de que se pueda gestionar los recursos para establecer un fondo suficiente para acarrear las actividades de operación y mantenimiento además de pagar personal para medir el consumo.

2.1.2.3.3 Aspectos sociales y de participación comunitaria. El comité debe reunirse con los usuarios más de tres veces al año y rendir cuentas sobre las finanzas y uso de fondos de manera transparente y clara a todos los usuarios, así como, divulgar con más frecuencia las reglas de acceso y servicio; cuando llegue un nuevo usuario se le debe informar a la menor brevedad sobre las reglas de acceso y servicio, para poder hacer cumplir cada una de las regulaciones aplicables dado que solo el 43% son cumplidas. Además, la cuota de cobro por el servicio de debe ser proporcional al consumo para ello se requiere hacer micro medición, lo que incentivará el consumo responsable y generar más recursos para invertir en el mejoramiento del sistema.

Respecto al contexto social este estudio estableció que 33.5% de los usuarios del sistema terminaron sus estudios de bachillerato por lo que se debe concientizar a los padres de la importancia de brindar a sus hijos una educación básica, con el fin de, mantener en la región los jóvenes trabajadores calificados, accediendo oportunidades de estabilidad económica, además, se debe capacitar a los usuarios en el tratamiento de agua, sanidad e higiene para mejorar las condiciones de vida en general.3.

Conclusiones

Se diagnosticó el sistema de abastecimiento “Vereda El Caracol”, realizando inspección técnica a cada uno de los componentes construidos del sistema, permitiendo levantar los planos de cada uno de ellos y hacer una comparación del diseño que tiene en cuenta las condiciones hidráulicas del sistema.

La sostenibilidad del sistema se calculó en 61.5%, lo que indica que el sistema tiene un funcionamiento regular, dado que la máxima puntuación es de 99% para este caso, pues no fue posible evaluar el atributo de impacto ambiental de la tecnología. Los principales problemas son los soportes de pos construcción, dado que, cuenta con apoyo o capacitación por parte del gobierno, por lo que los miembros del comité requieren conocimientos financieros para gestionar los recursos disponibles, e invertir en el sistema.

El plan de acción se formuló de acuerdo a la prioridad establecida por la herramienta AHP, proponiendo intervenciones técnicas y no técnicas que consideran el contexto social, político, normativo y económico de la Vereda “El Caracol.

Referencias

- [1]United Nations. The sustainable development goals report, 2019; p. 340.
- [2]Herrera-Araújo, F. O.D.S. en Colombia: los retos para 2030. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Colombia, 2018, p. 28.
- [3]Domínguez, I; Oviedo E; Hurtado, K; Barón, A; Hall, R. Assessing Sustainability in Rural Water Supply Systems in Developing Countries Using a Novel Tool Based on Multi-Criteria Analysis. 2019.
- [4]Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá D.C. Colombia. (2010a)
- [5]Delgado, S; Trujillo, J; Torres, M. Gestión del agua en comunidades rurales; caso de estudio cuenca del río guayuriba, meta-Colombia. *Revista Luna Azul*, núm. 45. Julio-diciembre, 2017, pp. 59-70. Universidad de Caldas Manizales, Colombia.
- [6]Dickson, S, Schuster, C. J., Newton, J. Water Security Assessment Indicators: The Rural Context. *Water Resources Management*, 30(5), 1567–1604. 2016.
- [7]Hurtado, M. Pasantía en investigación apoyando el proyecto: Evaluación de la sostenibilidad de abastecimiento de aguas rurales colectivas en ecosistemas de páramo: caso de estudio Berlín (Santander- Colombia); Colombia, 2018.
- [8]Mays, L. Water resources sustentability, McGraw-Hill Professional: New York, NY, USA, 2006.
- [9]Barón, A. Evaluación de la dimensión técnica de la sostenibilidad de abastecimientos de agua colectivos rurales en ecosistemas de páramo; Colombia, 2017.
- [10]M. Linster, "OECD Enviromental Indicators: development measurement an use."

- SNUC-Sist. Unidades Consev vol. 25, no.D, p. 37, 2003.
- [11]EEA. "Environmental Indicators: Typology and overview. Eur. Environ. Agency. vol. 25, no. 25, p. 19, 1999.
- [12]E, Ostom. "A general Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological System." *Science* (80-), vol. 325, no. 5, pp. 64-67, 2009
- [13]E. E. Science, "Adapting life-cycle Thinking tools to Evaluate Project." no. November, 2016.
- [14] Garlf, M., Ferrer, L., Bonoll, A., Tondell, S. Multi-criteria Analysis for improving strategic environmental assessment of water programmes. A case study in semiarid region of Brazil. *J. Environ. Manage.*, vol. 29, no. 4, pp. 1-14. 2012.
- [15] Neely, K., Walters, J. Using causal loop diagramming to explore the drivers of the sustained functionality of rural water services in Timor-Leste. *Sustain*, vol. 8, no. 1, pp. 1-18, 2016.
- [16] WHO, Fact Sheet 2.1: Sanitary Inspections. p. 19.
- [17] Rey, D. Grupo de investigación en recursos hídricos y saneamiento ambiental (GPH) de la Universidad Industrial de Santander, 2019
- [18] Carr, G., Blöschl, G., Loucks, D. Evaluating participation in water resource management: A review. *Water Resour. Res.* 2012, 48, doi: 10.1029/2011WR011662.
- [19]López, A. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Escuela colombiana de ingeniería.
- [20]Ministerio de desarrollo económico. Documentación técnico normativa del sector de agua potable y saneamiento básico RAS. 2000.
- [21]Clima-data.org. San Andrés, Santander, Colombia, Suramérica clima.

[22] Ideam, precipitación de San Andrés, Santander, estación 24030270.

Apéndices

Apéndice A. Formato de inspección captación y aducción

Ficha de inspección de la Captación y Aducción		
Fecha de inspección:		
Diagnostico	Sí	No
¿Poblaciones aguas arriba contaminan la fuente?		
¿La Ganadería aguas arriba contamina la fuente?		
¿La Agricultura aguas arriba contamina la fuente?		
¿Existe riesgo de deslizamiento en el área de captación?		
¿La captación No está protegida para que ingresen animales?		
¿La captación No es protegida para que ingrese material orgánico?		
¿No Existe un filtro de arena o grava?		
¿No se controla el caudal?		
¿Personas ajenas al mantenimiento, acceden a la estructura de Captación?		
¿La aducción se realiza por medio de canal abierto?		
¿No se puede medir el caudal de captado?		
¿La tubería de aducción está deteriorada?		
Puntaje de riego:		
12-10: Muy alto, 9-7 Alto, 6-4 Medio, 3-0 Bajo.		
Calificación de Riesgo:		
Dimensiones de la estructura		
Descripción:		
Muros	Altura (cm)	Longitud (cm)
Diámetro de Aducción		
Accesorio 1		
Accesorio 2		
Accesorio 3		

Apéndice B. Formato de inspección desarenador

Ficha de inspección del Desarenador

Fecha de inspección:

Diagnostico	Sí	No
¿No hay pantallas superiores en el Desarenador?		
¿No hay tubería de paso directo?		
¿La relación largo ancho No es la apropiada?		
¿No Existe tolva de lodos?		
¿No se hace mantenimiento periódico por lo menos cada dos meses?		
¿Las instalaciones No remueven ningún tipo de partícula fina?		
¿Las instalaciones No remueven gran cantidad de partículas finas?		
¿Hay infiltración de agua contaminada?		
¿No hay cerca que proteja la instalación de animales grandes?		
¿Personas ajenas al mantenimiento, acceden al Desarenador?		
¿Es fácil el acceso de cualquier persona al agua que transita por el Desarenador?		
¿Las paredes presentan fisuras?		

Puntaje de riego:	
-------------------	--

12-9: Muy alto, 8-6 Alto, 5-3 Medio, 2-0 Bajo.

Calificación de Riesgo:	
-------------------------	--

Dimensiones de la estructura

Descripción:	
--------------	--

Tanque	Altura (cm)	Longitud (cm)	Ancho (cm)

Vertedero	Altura (cm)	Longitud (cm)

Diámetro de salida 1	
Diámetro de salida 2	
Diámetro de salida 3	
Diámetro de salida 4	
Diámetro de salida 5	
Diámetro de salida 6	

Apéndice C. Formato de inspección tanque de almacenamiento

Ficha de inspección de Tanque rectangular.
--

Fecha de inspección: 13/09/21019

Diagnostico	Sí	No
¿Es fácil el acceso de cualquier persona al agua del tanque?		
¿La tapa No protege la totalidad del área superficial del tanque?		
¿Hay fugas de Agua en el tanque?		
¿Hay riesgo de infiltración de Agua contaminada?		
¿El tanque No es debidamente cerrado bajo llave?		
¿La instalación No está cercada para evitar animales grandes?		
¿Hay riesgo de deslizamiento?		
¿Hay riesgo de inundación?		
¿No se hace mantenimiento periódico por lo menos cada dos meses?		
¿El volumen de almacenamiento No es el requerido?		

Puntaje de riego:	
-------------------	--

10-7: Muy alto, 6-5 Alto, 4-2 Medio, 1-0 Bajo.

Calificación de Riesgo:	
-------------------------	--

Dimensiones de la estructura

Descripción:	
--------------	--

Dimensiones de la estructura

Altura	Longitud	Ancho

Diámetro de Conducción	
Diámetro de salida 1	
Diámetro de salida 2	
Diámetro de salida 3	

Apéndice D. Formato de inspección cámaras de reparto

Ficha de inspección de Cámaras de reparto.
--

Fecha de inspección:

Diagnostico	Sí	No
¿Es fácil el acceso de cualquier persona a la mayoría de las cámaras?		
¿La tapa No protege la totalidad del área superficial de la mayoría de las cámaras?		
¿Hay fugas de Agua en algunas cámaras?		
¿Hay riesgo de infiltración de Agua contaminada en algunas cámaras?		
¿La mayoría de cámaras No está debidamente cerradas bajo llave?		
¿Las cámaras No están cercadas para evitar animales grandes?		
¿No se hace mantenimiento periódico por lo menos cada dos meses?		

Puntaje de riego:	
-------------------	--

7-6: Muy alto, 5-4 Alto, 4-2 Medio, 1-0 Bajo.

Calificación de Riesgo:	
-------------------------	--

Dimensiones de la estructura

Descripción:	
--------------	--

Dimensiones típicas de las cámaras

Altura (cm)	Longitud (cm)	Ancho(cm)

Apéndice E. Formato de inspección red de distribución

Ficha de inspección de la Red de Distribución.
--

Fecha de inspección:

Diagnostico	Sí	No
¿No se purga el aire que ingresa en el sistema?		
¿En los puntos de purga puede haber contaminación?		
¿Las tuberías presentan alto grado de deterioro?		
¿Hay fugas en el sistema después del Desarenador?		
¿Las tuberías No están enterradas a más de 60 cm?		
¿Hay conexiones ilegales?		
¿No se controla las condiciones hidráulicas?		
¿Personas ajenas al mantenimiento, acceden a la Red de distribución?		

Puntaje de riego:	
-------------------	--

8-7 Muy alto, 6-5 Alto, 4-3 Medio, 2-0 Bajo.

Calificación de Riesgo:	
-------------------------	--

Descripción:	
--------------	--

Apéndice F. Formato de encuesta aplicada a los usuarios



Buenos días, la Universidad Industrial de Santander (UIS) adelanta una investigación con el fin de analizar las sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua " Vereda El caracol", para ello requiere de su participación respondiendo la siguiente encuesta. La respuesta a las preguntas es de forma voluntaria, ninguna institución incluida la UIS o cualquier miembro de la comunidad tendrá acceso a la información recolectada, la cual luego de ser procesada se expondrán los resultados generales. Gracias por su atención.

0. Identificación

0.1 Nombre:	0.2 Genero: M / F	0.3 Ocupación:
0.4 Estado civil: Casado / Soltero / unión libre.	0.5 La vivienda es: propia, ajena o arrendada	

0.6 Identificación integrante de la Familia.

Edad	Nombre de los integrantes	Genero	Ocupación
		M / F	
		M / F	
		M / F	
		M / F	
		M / F	
		M / F	

1 Características de la población

1.1 ¿Cuántas personas de la familia han terminado el bachillerato?:

1.2 Ha recibido capacitación en tratamiento de agua, sanidad o higiene?: a) Sí b) No

1.3 ¿Conoce el funcionamiento del sistema?:
a) Sí
b) No

1.4 ¿Cuánto paga de cuota anual por el servicio?:

2 Percepción de los usuario

2.1 ¿Está satisfecho con la calidad del agua recibida? : a) Sí b) No
¿Por qué NO/SI?

2.2 ¿Está satisfecho con la cantidad del agua recibida? : a) Sí b) No
¿Por qué NO/SI?

3 Acciones conjuntas

3.5 ¿Participa en la reuniones del comité? : a) Sí b) No

3.6 ¿Sus opiniones son escuchadas y tomadas en cuenta? : a) Sí b) No

3.7 ¿Está dispuesto a participar en las actividades del sistema? : a) Sí b) No
¿Por qué NO/SI?

4 Resolución de conflictos

4.1 ¿Hay formas de resolver conflictos entre usuarios por el agua? : a) Sí b) No Si la respuesta es Sí, ¿Cómo?

4.2 ¿Ha tenido conflictos con otros usuarios por el agua? : a) Sí b) No

5 Confiabilidad

2.3 ¿Considera que es confiable el sistema ? : a) Sí b) No ¿Por qué NO/SI?
2.4 ¿Alguien de la familia ha enfermado por consumir agua del sistema? : a) Sí b) No No
2.4 ¿Está dispuesto a seguir pagando por el servicio? : a) Sí b) No ¿Por qué NO/SI?
3 Rendición de cuentas y transparencia
2.1 ¿Conoce las reglas de acceso y servicio del sistema? : a) Sí b) No
2.2 ¿El comité le informa sobre las finanzas y uso de fondos? a) Sí b) No
3 Acciones conjuntas
3.1 ¿Participó en el diseño y construcción del sistema? : a) Sí b) No Si la respuesta es SÍ: ¿Cómo?
3.2 ¿Contribuye en efectivo al sistema? : a) Sí b) No
3.3 ¿Participa en actividades de Operación y Manteamiento? : a) Sí b) No Si la respuesta es SÍ: ¿Cómo?
3.4 ¿Alguna mujer de esta familia participa en la reuniones del comité? : a) Sí b) No Si la respuesta es SÍ: ¿Cómo?

5.1 ¿Recibe agua durante la temporada seca? :

- a) Sí
-
- b) No

5.2 ¿Recibe agua durante la temporada lluviosa? :

- a) Sí
-
- b) No

5.3 ¿El último año han habido cortes del servicio? :

- a) Sí
-
- b) No

5.4 ¿Se repara rápidamente el servicio cuando hay cortes?: a)

- Sí
-
- b) No

5.5 ¿Es adecuada la presión del agua recibida?:

- a) Sí
-
- b) No

6 Funcionamiento

6.1 ¿La cuota de cobro es acorde al consumo y nivel socio-económico?: a) Sí

- b) No

6.2 ¿La cuota de cobro es mayor al 3.5% de los ingresos familiares?: a) Sí b) No

7 Riesgos de provisión del servicio

6.1 ¿Usa fuentes alternativas?:

- a) Sí

b) No si la respuesta es Sí, ¿Cuál o Cuáles?

Apéndice G. Formato de entrevista aplicada a los administrativos y personal de mantenimiento



Buenos días, la Universidad Industrial de Santander (UIS) adelanta una investigación con el fin de analizar las sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua " Vereda El caracol", para ello requiere de su participación respondiendo la siguiente encuesta. La respuesta a las preguntas es de forma voluntaria, ninguna institución incluida la UIS o cualquier miembro de la comunidad tendrá acceso a la información recolectada, la cual luego de ser procesada se expondrán los resultados generales. Gracias por su atención.

0. Identificación

0.1 Nombre:	0.2 Genero: M / F	0.3 Cargo:
-------------	-------------------	------------

1 Rendición de cuentas y transparencia

1.1 ¿Se elige de manera democrática a los miembros del comité?:
a) Sí b) No

1.2 ¿Cuántas veces se reunió el comité el último año?:
a) Ninguna b) 1-2 veces c) 2-5 veces d) más de 5 veces

2 Acciones conjuntas

2.1 ¿Cuántas personas participan en la administración?:

2.2 ¿Cuántas reformas se realizaron con participación activa de la comunidad?: a) Ninguna b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 o más

2.3 ¿El último año, cuántas iniciativas emprendieron para mejorar el servicio ? A) Ninguna b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 o más

3 Resolución de conflictos

2.1 ¿Hay conflictos con alguna otra organización por la fuente de abastecimiento?: a) Sí b) No

4 Administración, Operación y Mantenimiento

4.1 ¿El comité está legalmente registrado? :
a) Sí b) No

4.2 ¿El comité del Agua funciona? :
a) Sí b) No

4.4 ¿Cuántos miembros tiene el comité :

4.5 ¿Cuántos miembros activos tiene el comité?:

4.6 ¿Hay rotación el miembros del comité?:
a) Sí b) No

4 Administración, Operación y Mantenimiento

4.17 ¿Hay un comité exclusivo para actividades de operación y mantenimiento: a) Sí b) No

4.18 ¿Cuántas veces ha recibido capacitación, en el último año?: a) Ninguna b) Una c) Dos d) Más de tres

4.18 ¿Cuántas veces ha recibido capacitación, en el último año?: a) Ninguna b) Una c) Dos d) Más de tres

4.19 ¿Se compensa al comité de mantenimiento?:
a) Sí b) No

5 Soportes y pos-construcción

5.1 ¿Cuánto dinero recibió el comité de ongs o del gobierno en el último año?: a) Ninguno b) 0.5-1 millón pesos c) 1-3 millones de peso d) 5-15 millones de pesos e) más 15 millones de pesos

5.2 ¿Ha recibido capacitación administrativa/técnica/financiera de ongs o del gobierno el último año?: a) Sí b) No

5.3 ¿Ha recibido apoyo administrativa/técnica/financiera de ongs o del gobierno el último año?:
a) Sí b) No

6 Acceso al agua

6.1 ¿Cuántos hogares son provistos de agua por el sistema?:

6.2 ¿Cuántos hogares están conectados directamente a la red de distribución?: a) Todos los servidos b) 9/10 de los usuarios c) 3/5 de los usuario d) La mitad de los usuarios e) Menos de la mitad de los usuarios

4.7 ¿Cuántos miembros del comité están capacitados en gestión de agua?: a) Ninguno miembro b) 1-2 miembros c) 3-4 miembros d) 5 miembros o más e) Todos los miembros
4.8 ¿Cuántas mujeres hay en el comité?: a) Ninguna b) 1-2 mujeres d) 3-4 mujeres e) todos los miembros son mujeres
4.10 ¿Se aplican las reglas de acceso y servicio?: a) Sí b) No
4.11 ¿El comité tiene oficina?: a) Sí b) No
4.12 ¿Hay forma de reponer activos?: a) Sí b) No
4.13 ¿Hay buenos registros escritos?: a) Sí b) No
4.14 ¿Número de quejas totales?: a) Ninguna b) 1-3 c) 3-6 e) 6-10 d) más de 10
4.15 ¿Número de quejas totales resueltas satisfactoriamente?: a) Ninguna b) 1-3 c) 3-6 e) 6-10 d) más de 10
4.16 ¿Qué tan frecuente se hacen actividades de operación y mantenimiento?: a) 1 Semana b) Medio mes c) Un mes d) Dos meses e) Cuatro meses d) Más de cuatro meses

7 Tecnología	
7.1 ¿Cuántas partes mecánicas y eléctricas tiene el sistema?: a) Ninguna b) 1-2 partes c) 3-5 parte e) más de 5 partes	

8 Conocimientos Financieros	
8.1 ¿Se hace un presupuesto cada año para el sistema?: a) Sí b) No	

8.2 ¿Son suficientes los fondos para realizar actividades de operación y mantenimientos?: a) Sí b) No

8.3 ¿Hay fondos suficientes para invertir en actividades del mejoramiento del sistema?: a) Sí b) No

9 Fondos	
9.1 ¿Hay registro escrito del pago por servicio?: a) Sí b) No	

9.1 ¿Se sanciona por demora o no pago?: a) Sí b) No
--

9.1 ¿Cuánto fue el presupuesto del último año?: a) Ninguno b) 0.1-0.5 millón de pesos c) 0.5-1.5 millones de pesos d) 1.5-4 millones de pesos e) más de 4 millones de peso

Apéndice H. Método de recolección de la información para cada indicador

Atributo 1	Indicador		Método de recolección de información
Características de la población	1	% de personas con bachillerato	Encuesta hogares
	2	Tasa de crecimiento de la población	Investigación página DANE
	3	Demanda per cápita de agua/demanda estándar	Formatos de inspección
	4	% de personas con capacitación en tratamiento de agua , sanidad o higiene	Encuesta hogares
	5	% de personas que conocen el manejo del sistema	Encuesta hogares
	6	% de personas que conocen el funcionamiento y mantenimiento del sistema	Encuesta hogares
	7	% de usuarios que pueden pagar el servicio de agua	Encuesta hogares
Atributo 2	Indicador		
Aceptabilidad de los usuarios	1	% de usuarios satisfechos con la calidad del agua	Encuesta hogares
	2	% de usuarios satisfechos con la cantidad de agua	Encuesta hogares
	3	% de usuarios satisfechos con la fiabilidad del servicio	Encuesta hogares
	4	% de usuarios que no se han enfermado por consumir agua	Encuesta hogares
	5	% de usuarios dispuesto a pagar por el servicio de agua	Encuesta hogares
Atributo 3	Indicador		
Rendición de cuentas y transparencia	1	Existencia de mecanismos democráticos al elegir los miembros del comité de agua	Entrevista
	2	Número de veces que el comité de agua se reunió con los usuarios el último año	Entrevista
	3	% de usuarios que conocen las reglas de acceso y servicio	Encuesta hogares
	4	Existencia de mecanismos de información a los usuarios sobre el comité de finanzas y uso de fondos	Encuesta hogares
Atributo 4	Indicador		
Acciones conjuntas	1	% de usuarios que participan en actividades de administración	Entrevista
	2	% de usuarios que participan en el diseño y construcción del sistema	Encuesta hogares

	3	Número de reformas realizada en el último año con participación activa de la comunidad	Entrevista
	4	% de usuarios que contribuyen con efectivo al sistema	Encuesta hogares
	5	% de usuarios que participan en actividades de operación y mantenimiento	Encuesta hogares
	6	% de usuarios mujeres que participan en reuniones	Encuesta hogares
	7	% de usuarios que participan en reuniones	Encuesta hogares
	8	% usuarios que sienten que son escuchados y sus opiniones tomadas en cuenta	Encuesta hogares
	9	Número de iniciativas emprendidas por el comité con respecto a mejora del sistema, el último año	Entrevista
	10	% usuarios que están dispuestos a participar en actividades relacionadas al sistema	Encuesta hogares
Atributo 5	Indicador		
Conflictos	1	existencia de instituciones para resolver conflictos por de agua	Encuesta hogares
	2	Existencia de mecanismos efectivos de resolución de conflictos	Encuesta hogares
	3	% de usuarios que no han tenido conflictos en con otros usuarios por el agua	Encuesta hogares
Atributo 6	Indicador		
Políticas, reglas y normas	1	(número de regulaciones cumplidas/número de regulaciones aplicables)*100	Entrevista
	2	Existencia de derechos del agua	Entrevista
Atributo 7	Indicador		

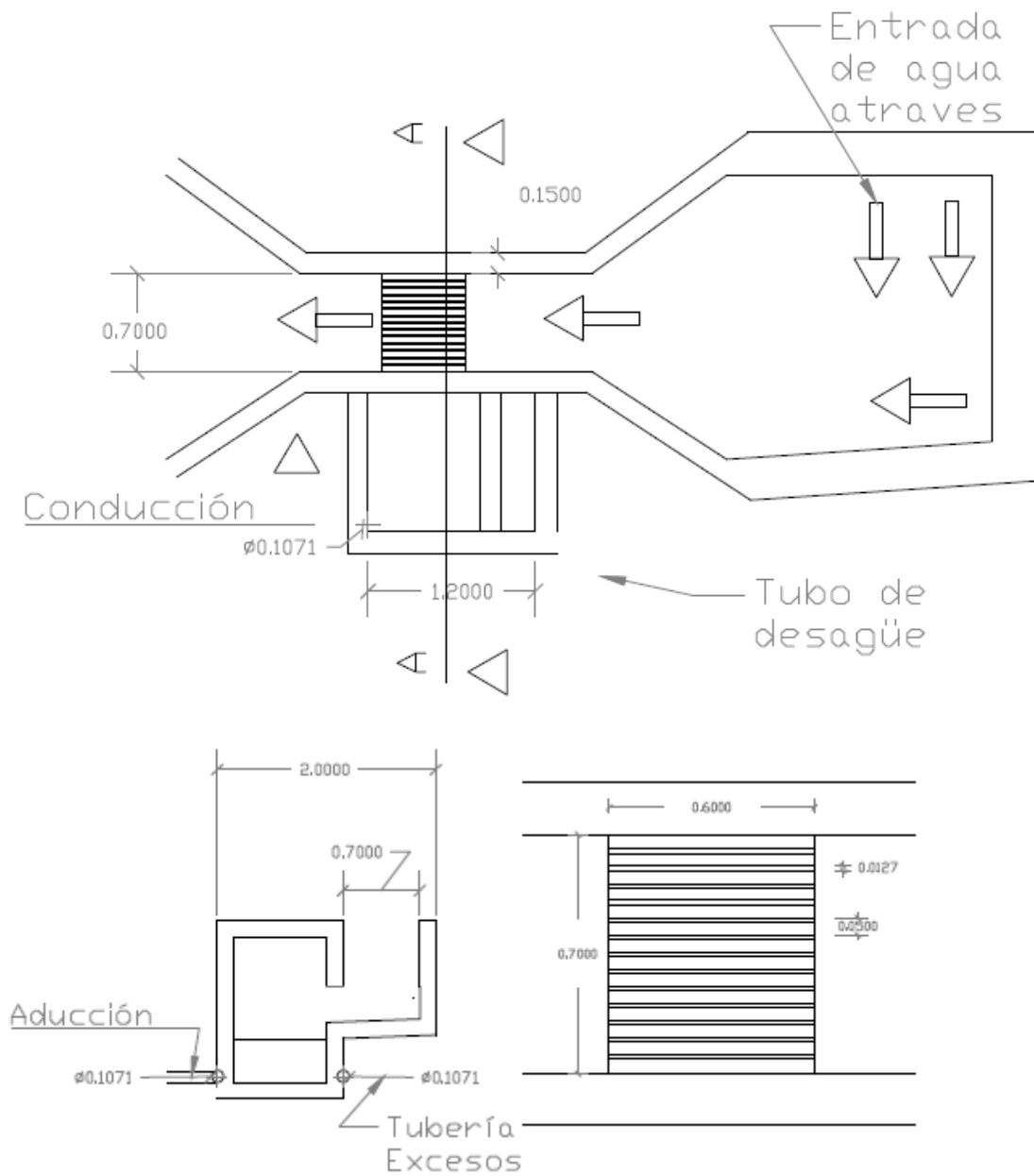
Administración, operación y mantenimiento	1	Existencia de comité legalmente registrado	Entrevista
	2	Existencia de comité del agua funcional	Entrevista
	3	Existencia del comité del agua legal	Entrevista
	4	(número de miembros activos del comité /número de miembros totales del comité)*100	Entrevista
	5	Existencia de mecanismos activos de rotación en el comité de agua	Encuesta hogares
	6	(número de miembros del comité capacitados en gestión de agua/número de miembros totales del comité)*100	Encuesta hogares
	7	(número de miembros mujeres del comité/número de miembros totales del comité)*100	Entrevista
	8	Existencia de reglas de acceso y uso del agua	Encuesta hogares
	9	Existencia de mecanismos de aplicación de reglas de acceso y uso del agua	Entrevista
	10	Existencia de una oficina del comité	Entrevista
	11	Existencia de mecanismos para reposición de activos	Entrevista
	12	Existencia de buenos registros escritos	Entrevista
	13	(número de quejas de usuarios resueltas efectivamente/número total de quejas)*100	Entrevista
	14	Frecuencia de actividades de operación y mantenimiento	Entrevista
	15	Existencia comité de mantenimiento	Entrevista
	16	Número de capacitaciones recibidas por el comité de mantenimiento en los últimos 5 años	Entrevista
	17	Existencia de salario o compensación al comité de mantenimiento	Entrevista
Atributo 1	Indicador	Método de recolección de información	
Soportes de construcción	1	Cantidad de recursos recibidos por los usuarios o un comité de ongs o del gobierno en el último año	Entrevista

	2	Capacitación técnica/administrativa/financiera recibida por los usuarios o un comité de ongs o del gobierno en el último año	Encuesta hogares
	3	Apoyo técnico/administrativo/financiero recibido por los usuarios o un comité de ongs o del gobierno en el último año	Entrevista
Atributo 9	Indicador		
Acceso al agua	1	(hogares provistos/ hogares totales en la vereda)*100	Entrevista
	2	(hogares conectados/ hogares provistos)*100	Entrevista
Atributo 10	Indicador		
Apropiación de tecnología	1	Distancia y tipo de camino hasta el centro urbano más cercano	Formatos de inspección
	2	Número de partes mecánicas y eléctricas del sistema	Entrevista
	3	Número de partes del sistema disponibles localmente/número de partes totales	Diag. técnico
	4	Número de partes del sistema asequibles para la comunidad /número de partes totales	Formatos de inspección
	5	Cantidad de energía no renovable requerida en el sistema	Formatos de inspección
Atributo 11	Indicador		
Infraestructura	1	Demanda de diseño/ demanda actual	Formatos de inspección
	2	Número de componentes correctamente diseñados/ total de componentes	Formatos de inspección
	3	Número de componentes correctamente construidos/ componentes totales	Formatos de inspección
	4	Longitud de cercado/ longitud de cercado necesaria	Formatos de inspección
	5	Número de componentes de tratamiento correctamente diseñados/componentes totales	Formatos de inspección
	6	Número de componentes de tratamiento correctamente construidos/componentes totales	Formatos de inspección
	7	Número de fugas visibles	Formatos de inspección
	8	Número de componentes con edad menor a su vida útil/ componente totales	Formatos de inspección
	9	% usuarios que trabajan midiendo el consumo	Entrevista
Atributo 12	Indicador		
Fiabilidad d	1	% de usuarios que reciben agua las 24 horas durante temporada seca	Encuesta hogares
	2	% de usuarios que reciben agua las 24 horas durante temporada lluviosa	Encuesta hogares
	3	% de usuarios que no experimentaron cortes en la provisión de agua en el último año	Encuesta hogares

	4	% de usuarios que creen que cuando se interrumpe el servicio se repara rápidamente	Encuesta hogares
	5	% de usuarios que creen que la presión del agua es adecuada	Encuesta hogares
Atributo 13	Indicador		
Calidad del agua	1	% de muestras agua sin e. Coli	Análisis laboratorio
	2	% de muestras de agua con menor a 2 unidades nefelométricas de turbidez	Análisis laboratorio
Atributo 14	Indicador		
Conocimientos financieros	1	Existencia de presupuesto anual para el sistema	Entrevista
	2	Número de sesiones de capacitación financiera recibida en los últimos 5 años	Entrevista
	3	Existencia de un fondo con recursos suficientes para acarrear las actividades de operación y mantenimiento	Entrevista
	4	Existencia de un fondo con recursos suficientes para invertir en mejoras del sistema	Entrevista
Atributo 15	Indicador		
Financiamiento	1	Existencia de cuota por el servicio de agua acorde con el volumen de consumo y nivel socioeconómico	Encuesta hogares
	2	Existencia de registros de pago	Entrevista
	3	% de usuarios que están al día con los pagos	Entrevista
	4	% de usuarios quienes pagan un cuota mayor al 3.5 % de los ingresos familiares	Encuesta hogares
	5	Existencia de sanciones por pago retardo o no pago	Entrevista
	6	Ingresos presupuestados necesario durante el último año	Entrevista
Atributo 16	Indicador		
Riesgos de provisión del servicio	1	Demanda de agua durante la temporada seca proyectado a 20 años /rendimiento de la fuente en temporada seca	Formatos de inspección
	2	Ausencia de actividades humanas que contaminen la fuente de agua	Formatos de inspección
	3	Ausencia de deslizamiento que podrían amenazar los componente de la infraestructura	Formatos de inspección
	4	% de usuarios que usan fuentes de agua alternativas	Encuesta hogares

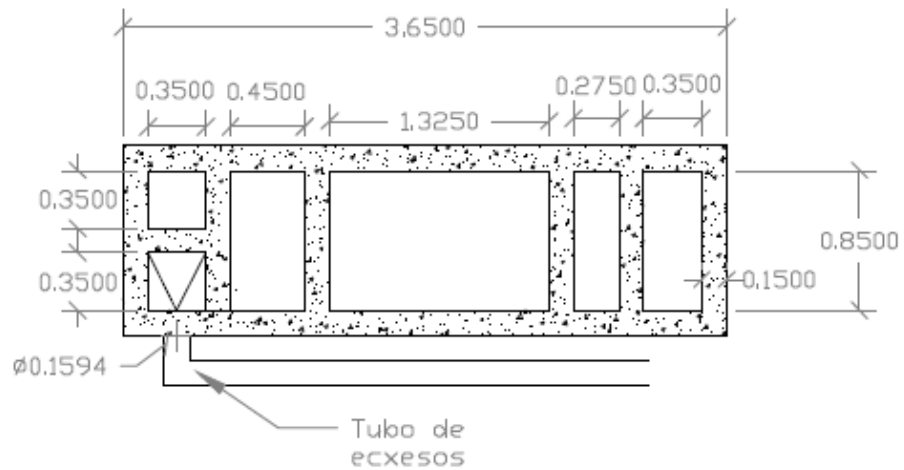
Apéndice I. Plano de diseño de captación.

VISTA EN PLANTA BOCATOMA DISEÑADA
(Dimensiones en metros) ESCALA 1:50

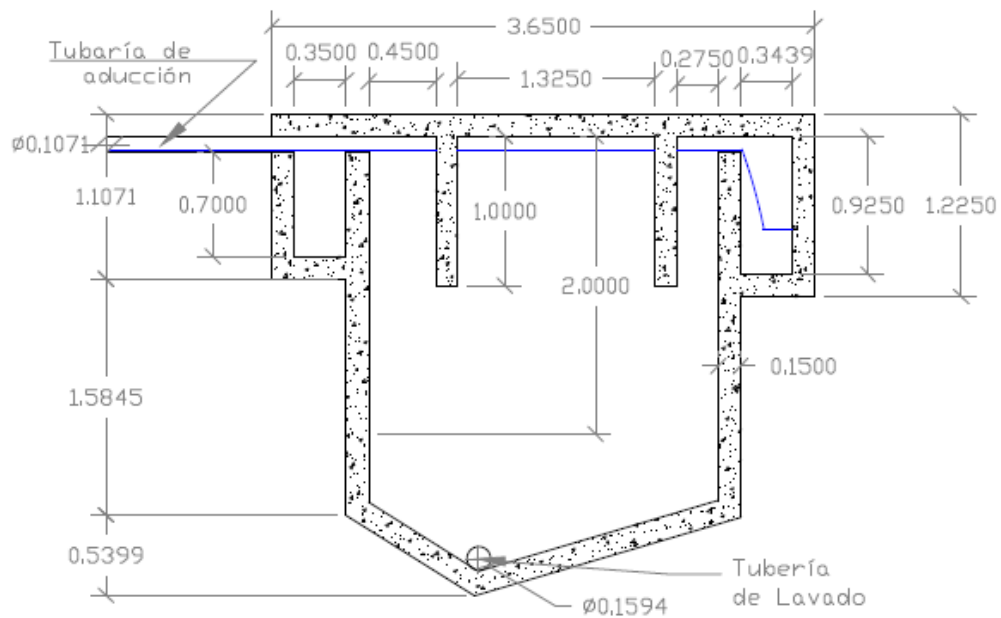


Apéndice J. Plano de diseño de desarenador

Vista en planta
Desarenador Diseñado
ESCALA: 1:50



Vista en Alzado
Desarenador Diseñado
ESCALA: 1:50



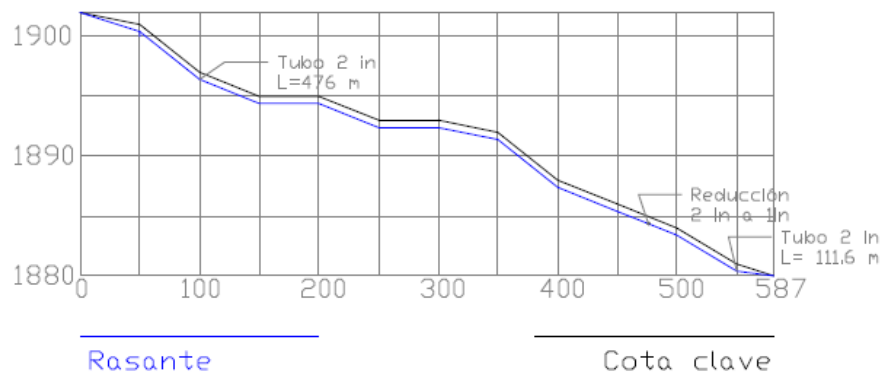
Apéndice K. Plano de diseño de conducción

Fotografía en Planta de la Conducción del Sistema



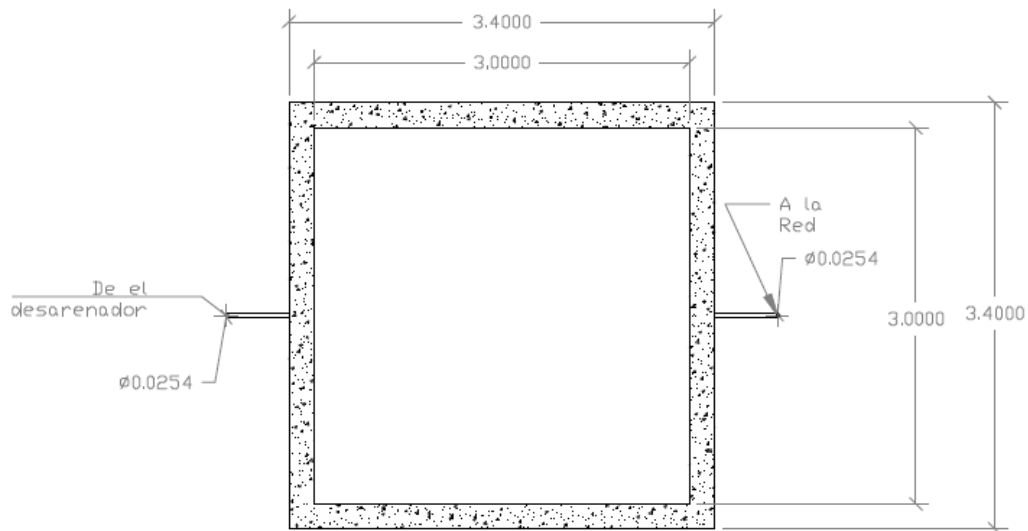
ABISAS	RASANTE	TUBERIA	longitud tubería
0	1902	1902	
50	1901	1900.4	50.02559345
100	1897	1896.4	50.15974482
150	1895	1894.4	50.03998401
200	1895	1894.4	50
250	1893	1892.4	50.03998401
300	1893	1892.4	50
350	1892	1891.4	50.009999
400	1888	1887.4	50.15974482
450	1886	1885.4	50.03998401
500	1884	1883.4	50.03998401
550	1881	1880.4	50.08991915
587	1880	1879.4	37.01351105
		Ltotal	587.6184483

Perfil de Conducción diseñada de Desarenador a Tanque de Almacenamiento

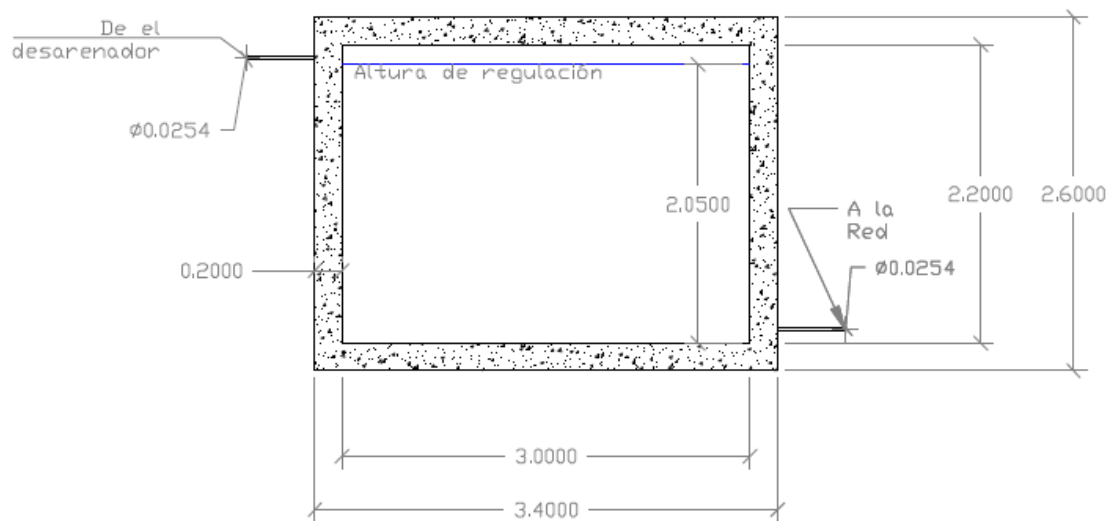


Apéndice L. Plano de diseño de tanque de almacenamiento

Vista en planta
Tanque de Almacenamiento diseñado
ESCALA: 1:50



Vista en Alzado
Tanque de Almacenamiento Diseñado
ESCALA: 1:50



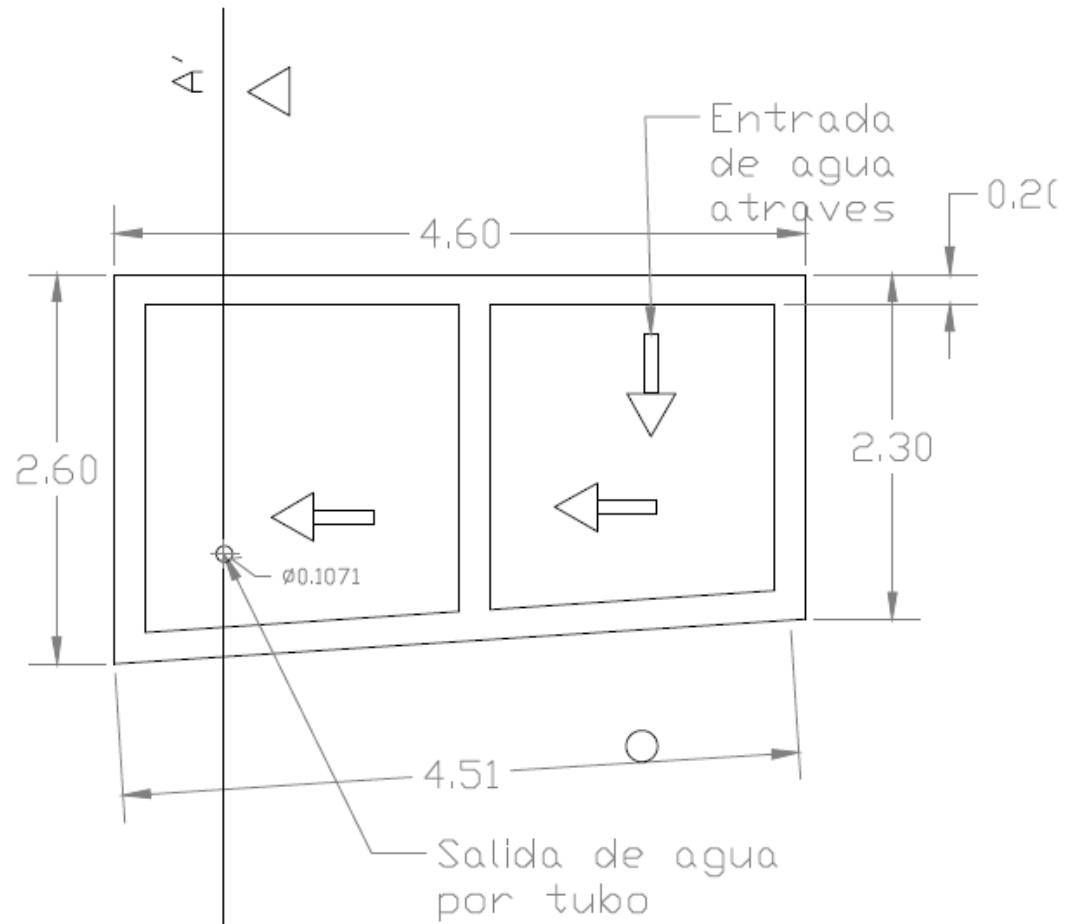
Apéndice M. Plano de diseño de red de distribución

Red de distribución Diseñada

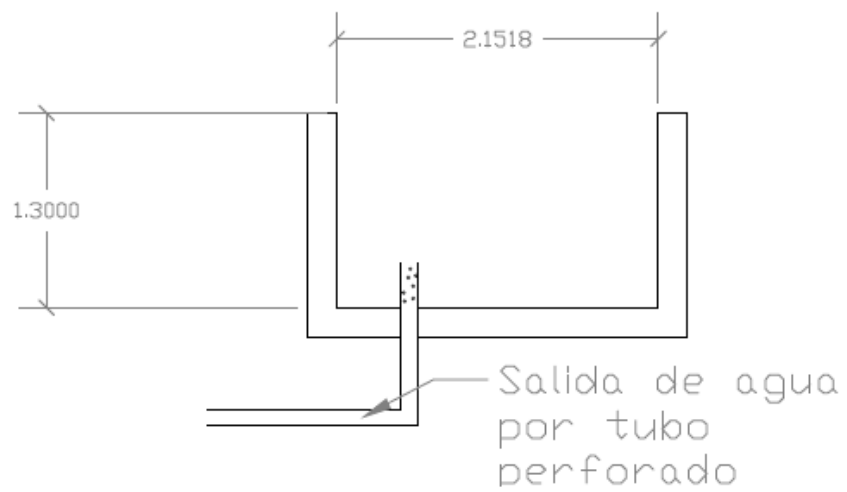


Apéndice N. Plano de construcción de captación

VISTA EN PLANTA BOCATOMA CONSTRUIDA
(Dimensiones en metros) ESCALA 1:50

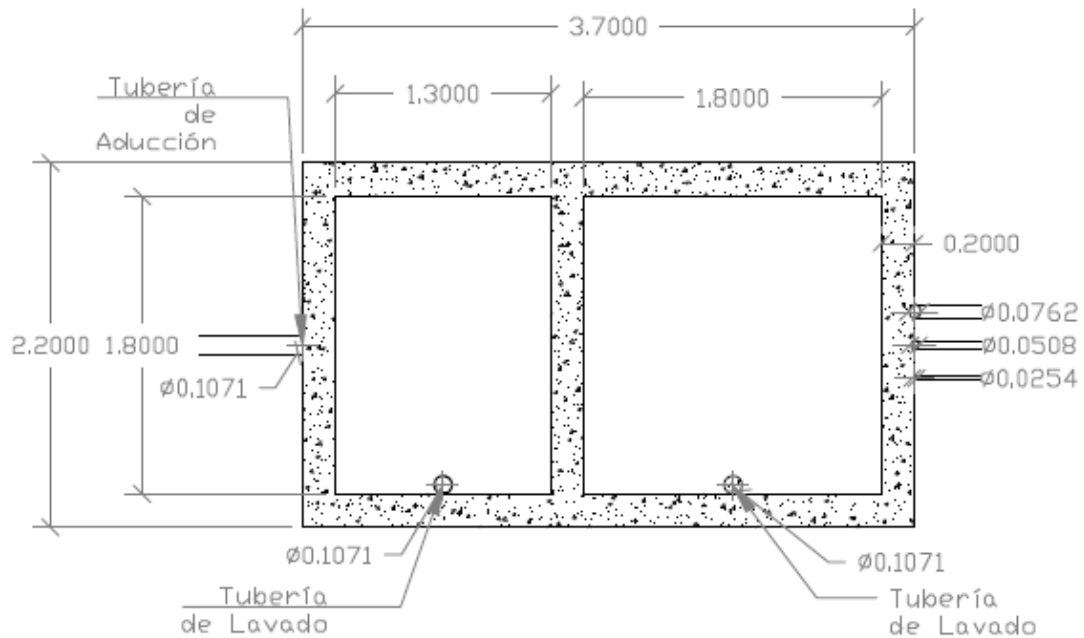


VISTA EN PERFIL A-A' BOCATOMA CONSTRUIDA
(Dimensiones en metros) ESCALA 1:50

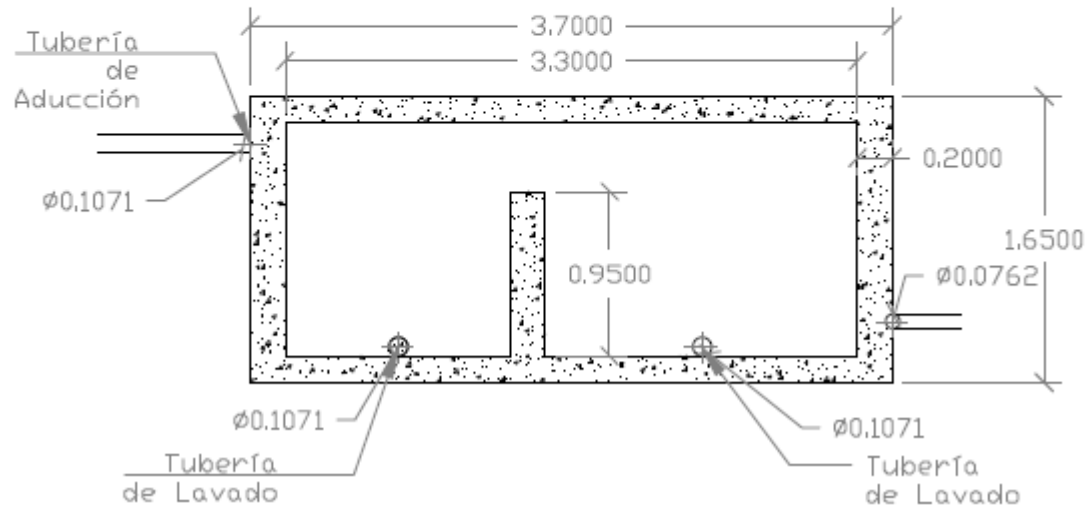


Apéndice O. Plano de construcción de desarenador

Anexo 9
Vista en planta
Desarenador construido
ESCALA: 1:50



Vista en Alzado
Desarenador construido
ESCALA: 1:50



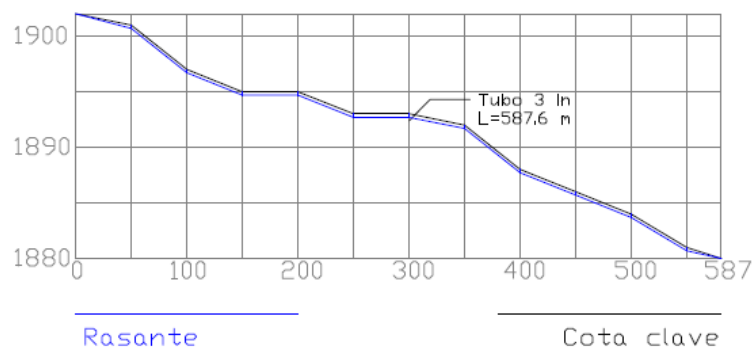
Apéndice P. Plano de construcción de conducción

Fotografía en Planta de la Conducción del Sistema



ABSIAS	RASANTE	TUBERIA	longitud tubería
0	1902	1902	
50	1901	1900.4	50.02559345
100	1897	1896.4	50.15974482
150	1895	1894.4	50.03998401
200	1895	1894.4	50
250	1893	1892.4	50.03998401
300	1893	1892.4	50
350	1892	1891.4	50.009999
400	1888	1887.4	50.15974482
450	1886	1885.4	50.03998401
500	1884	1883.4	50.03998401
550	1881	1880.4	50.08991915
587	1880	1879.4	37.01351105
		L total	587.6194483

Perfil de Conducción construida de Desarenador a Tanque de Almacenamiento

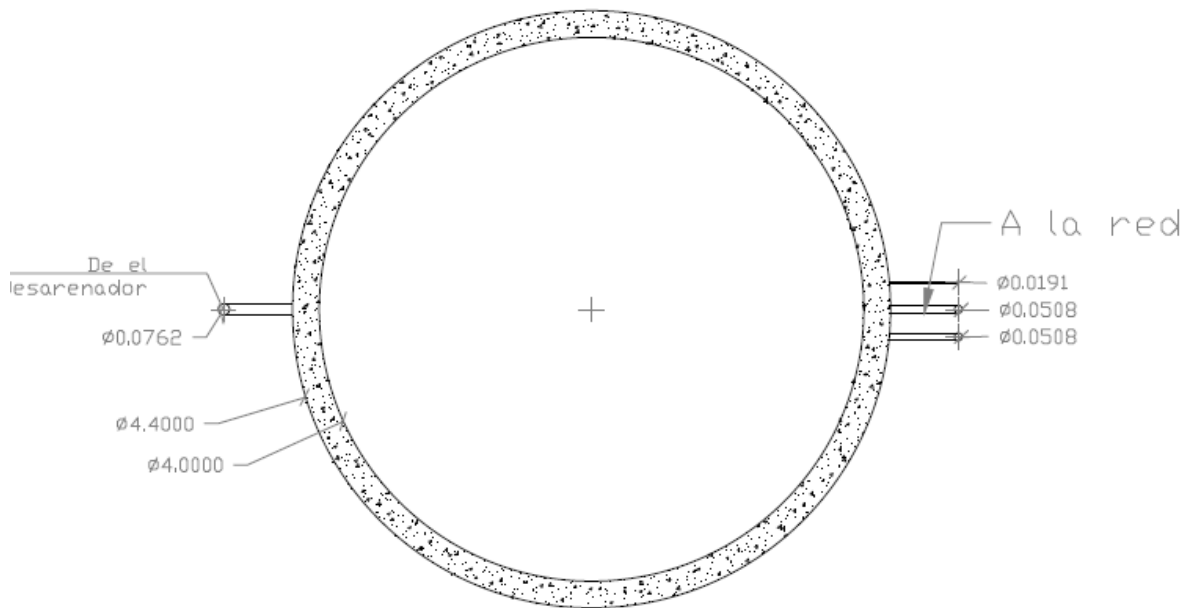


Apéndice Q. Plano de construcción de tanque de almacenamiento

Vista en planta

Tanque de Almacenamiento construido

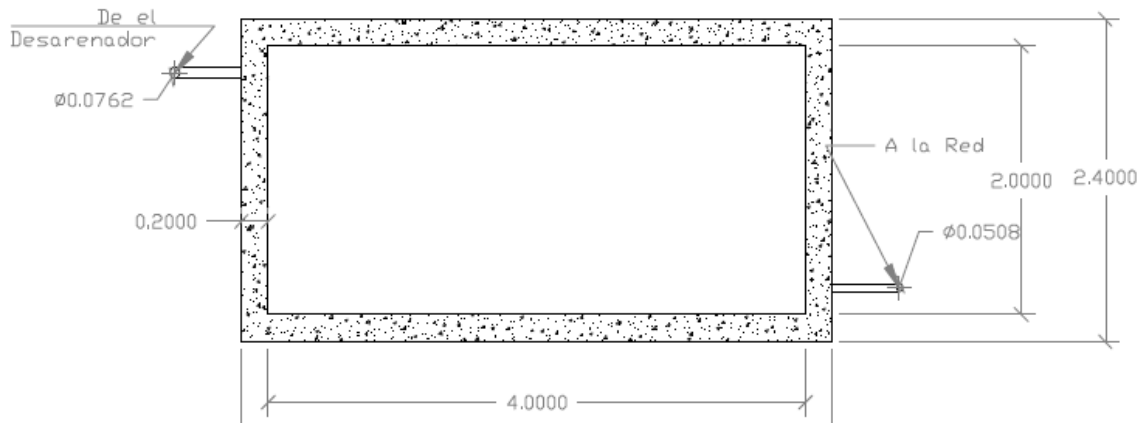
ESCALA: 1:50



Vista en Alzado

Tanque de Almacenamiento construido

ESCALA: 1:50



Apéndice R. Plano de construcción de red de distribución

Red de distribución Construida



Apéndice S. Comparación entre elementos del sistema construidos y diseñados

	Elemento	características	diseño	construcción
Bocatoma	muros	Mampostería con grosor de 30 cm, con grietas generadas por asentamiento diferencial en los cimientos generada por la erosión del agua.	Incorrecto. Los muros deben formar una presa como se muestra en la figura	Incorrecto. El suelo donde se cimento no es componte agravado por Erosión del agua
	pisos	Agrietados por el corrimiento del suelo, en las justas del piso y la pared hay fugas.	Correcto. Es necesario contener el agua dentro la presa impermeabilizando el suelo	Incorrecto. El suelo no es competente y es perjudicado por la erosión
	filtros	tubos verticales con paredes perforadas	Incorrecto. Debería disponerse de una rejilla como se muestra en la figura	Incorrecto: El diseño ha sido incorrecto por lo tanto la construcción también lo es.
	techo	Poli sombra plástico asegurado por contrapesos de piedra sujetos a las esquinas de la tela.	Incorrecto. El techo debe ser de láminas de zinc	Incorrecto: El diseño ha sido incorrecto por lo tanto la construcción también lo es.
	Aducción	Tubo de 4 pulgadas (0.1071 m) con una longitud horizontal de 5 m y una caída de 1m	Correcto. El diámetro requerido es de 4 pulgas	Correcto. La pendiente es adecuado, así como la longitud horizontal

	Elemento	características	diseño	construcción
Desarenador	muros	mampostería con grosor de 20 cm, sin fugas visibles	Correcto: Los muros tienen el grosor necesario para soportar la presión	Correcto: No hay fugas en las equinas de los muros
	pisos	Pisos revestido de cerámica sin fugas visibles, cimentados sobre suelo competente	Correcto. Son impermeables debido al recubrimiento de cerámica	Correcto: Los pisos resistentes, los cuales son reparados con oportunidad
	zona de sedimentación	El tanque de sedimentación tiene dimensiones muy grandes debido a que también cumple la función de tanque de almacenamiento	Incorrecto: Sobredimensionados se diseñaron para cumplir funciones del tanque de almacenamiento	Incorrecto: No se diseñó para cumplir las función de desarenado solamente
	Pantallas	No se cuenta con pantallas verticales para hacer descender los sedimentos	Incorrecto. No se tomaron en cuenta en el momento de diseñar	Incorrecto: No se construyeron
	Tolva de lodos	No se cuenta con tolva de lodos para dar adecuado manejo a los sedimentos	Incorrecto. No se diseñó tolva de lodos	Incorrecto: se cuenta con 20 cm debajo de los tubos de conducción para separar los sedimentos
	cámara de aquietamiento	La cámara de aquietamiento es demasiado grande	Incorrecto: sobre dimensionada, aunque puede ayudar en la sedimentación pero no siendo igual de eficiente	incorrecto: También cumple funciones de tanque de almacenamiento
	cámara de Salida	No se cuenta con cámara de salida, los tubos de conducción se conectan directamente al tanque de sedimentación	Incorrecto: No se tomó en cuenta cuando se diseñó el Desarenador	Incorrecto: No se construyó

	Elemento	Características	Diseño	Construcción
Conducción	Trazado en planta	Se conecta el tanque de almacenamiento con la bocatoma através de una tubería de 587 metro a nivel del suelo en planta	Correcto: La pendientes de la tubería y diferencia de altura entre el desarenador y tanque son adecuadas	Correcho: El trazado escavado es acorde a las necesidades
	Profundidad de Rasante	La tubería se encuentra enterrada a un profundidad media de 30 cm	Incorrecto: No se cuenta la profundidad necesaria para proteger la tubería	Incorrecto: Se debió enterrar la tubería a más de 60 cm de profundidad
	Diámetro tubería	Se conduce el agua a través de un tubería de 3 pulgadas de diámetro	Incorrecto. No se tomaron en cuenta las condicione hidráulicas	Incorrecto: Se necesitan tubos de menor diámetro el primer tramo de 2 pulgadas y el segundo de 1 pulgada
	Longitud de tubería	la tubería de tres pulgadas tiene una longitud de 587 metros en planta	Incorrecto: Se debía conducir el agua por dos tramos de tubería el primero de 2 pulgadas seguido de uno de 1 pulgada	Incorrecto: el primero tramo daría ser de 472 metros y el segundo de 115.6 metros

	Elemento	Características	Diseño	Construcción
Tanque de almacenamiento	Altura de regulación	El tanque debe tener una altura de mínima de regulación de 0.41 m para n radio de 4 m	Correcto: EL tanque construido está en capacidad de regular el agua de toda la población aunque no todos los usuarios estén conectados	Correcho: La altura es mayor que la altura de regulación
	Dimensiones en planta	Radio interior de 4 m	Incorrecto: Sobredimensionado	Incorrecto: No se requiere un radio tan grande
	Altura	En alzado la altura libre de llenado es de 2 m	Incorrecto: Sobredimensionado	Incorrecto: Se podría haber optimizado reduciendo las dimensiones , teniendo en cuenta las condiciones hidráulicas

	Elemento	Características	Diseño	Construcción
Red de distribución	Conexión a Tanque de almacenamiento	Solo uno de los tres ramales principales construidos se conecta al taque de almacenamiento, los demás se conectan al desarenado que dado sus dimensiones cumple funciones de un almacenamiento	Incorrecto: todos los ramales debería estar conectados al mismo tanque de almacenamiento	Incorrecto: Solo uno de los ramales se conecta al tanque de almacenamiento
	Profundidad de tubería	Se evidenció que la tubería generalmente no se encuentra a una profundidad mayor de 30 cm debido a que las capas de roca sedimentaria se encuentran generalmente a una profundidad 40 cm	Incorrecto: se debería enterrar la tubería a una profundidad mayor de 60 cm para proteger el tubo de fracturas y conexiones ilegales	Incorrecto: No cumple con la profundidad necesaria, para cumplir con la profundidad se aumentarían considerablemente los costos debido a la dureza de la roca
	Reparto del agua	El 81.4% de los usuarios está conforme con la cantidad de agua recibida	Correcto: La mayoría de los usuarios reciben el agua necesaria	Correcto: Se cumple con las necesidades de los usuarios

Apéndice T. Resultados de los análisis de laboratorio: bacteria E. Coli.

Nº muestra	Usuario	Replica	UFC	Promedio UFC (20mL)	Promedio UFC (100mL)
1	Bocatoma	A	0	0	0
		B	0		
2	Campos R	A	2	3	15
		B	4		
3	Celis C	A	0	0	0
		B	0		
4	Celis G	A	0	0	0
		B	0		
5	Gómez B	A	16	10	50
		B	4		
6	Gómez R	A	17	21.5	107.5
		B	26		
7	Jaimes N	A	17	8.5	42.5
		B	0		
8	López H	A	0	0.5	2.5
		B	1		
9	López S	A	0	0	0
		B	0		
10	Sánchez	A	3	2.5	12.5
		B	2		
		Muestras sin E. Coli	4	% muestras sin E. Coli	40

Apéndice U. Resultados de los análisis de laboratorio: turbiedad

Nº muestra	Usuario	Replica	UNF	UNF Promedio
1	Bocatoma	A	1.5	2.235
		B	2.97	
2	Campos R	A	0.9	0.765
		B	0.63	
3	Celis C	A	2.9	3.075
		B	3.25	
4	Celis G	A	1.37	0.955
		B	0.54	
5	Gómez B	A	3.64	3.43
		B	3.22	
6	Gómez R	A	33.4	39.2
		B	45	
7	Jaimes N	A	0.98	1.015
		B	1.05	
8	López H	A	0.57	0.545
		B	0.52	
9	López S	A	2.66	2.49
		B	2.32	
10	Sánchez	A	10.5	10.45
		B	10.4	
Muestras con menos de 2 UNF				4
% Muestras con menos de 2 UNF				40

Apéndice V. Indicadores que restringe el buen funcionamiento del sistema.

Atributo	Indicador
Soportes de pos construcción	Cantidad de recursos recibidos por los usuarios o un comité de ONGs o del gobierno en el último año
	Capacitación técnica/administrativa/financiera recibida por los usuarios o un comité de ONGs o del gobierno en el último año
	Apoyo técnico/administrativo/financiero recibido por los usuarios o un comité de ONGs o del gobierno en el último año
Conocimientos financieros	Número de sesiones de capacitación financiera recibida en los últimos 5 años
	Existencia de un fondo con recursos suficientes para invertir en mejoras del sistema
Rendición de cuantas y transparencia	Número de veces que el comité de agua se reunió con los usuarios el último año
	% de usuarios que conocen las reglas de acceso y servicio
Políticas, reglas y normas	(número de regulaciones cumplidas/número de regulaciones aplicables)*100
Financiamiento	% de usuarios quienes pagan un cuota mayor al 3.5 % de los ingresos familiares
	Ingresos presupuestados necesario durante el último año
Administración, operación y mantenimiento	Existencia de comité legalmente registrado
	Existencia del comité del agua legal
	(número de miembros del comité capacitados en gestión de agua/número de miembros totales del comité)*100
	(número de miembros mujeres del comité/número de miembros totales del comité)*100
	Existencia de una oficina del comité
	Número de capacitaciones recibidas por el comité de mantenimiento en los últimos 5 años
Características de la población	% de personas con bachillerato
	Tasa de crecimiento de la población
	% de personas con capacitación en tratamiento de agua , sanidad o higiene
Infraestructura	Número de componentes correctamente diseñados/ total de componentes
	Número de componentes correctamente construidos/ componentes totales
	Longitud de cercado/ longitud de cercado necesaria
	Número de componentes de tratamiento correctamente diseñados/componentes totales
	Número de componentes de tratamiento correctamente construidos/componentes totales
	% usuarios que trabajan midiendo el consumo
Acciones conjuntas	Número de reformas realizada en el último año con participación activa de la comunidad
	Número de iniciativas emprendidas por el comité con respecto a mejora del sistema, el último año

Aceptabilidad de los usuarios	% de usuarios satisfechos con la calidad del agua
Apropiación de tecnología	Número de partes mecánicas y eléctricas del sistema
	Cantidad de energía no renovable requerida en el sistema
Calidad del agua	% de muestras agua sin E. Coli.
	% de muestras de agua con menor a 2 unidades nefelométricas de turbidez