

**OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO RURAL GUATANCUY DEL MUNICIPIO DE UBATÉ,
CUNDINAMARCA**

**DUVAN ALFONSO ALVARADO PACHÓN
LAURA CAROLINA BARAHONA SUÁREZ**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2021**

**OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO RURAL GUATANCUY DEL MUNICIPIO DE UBATÉ,
CUNDINAMARCA.**

**DUVAN ALFONSO ALVARADO PACHÓN
LAURA CAROLINA BARAHONA SUÁREZ**

Trabajo de grado
para optar por el título de Ingeniero Ambiental bajo la modalidad de tesis.

Director:

Darwin Mena Rentería

Magister en Evaluación de Recursos Hídricos.

Codirector:

Dayam Soret Calderón Rivera

Ingeniera Ambiental, Magister en Gestión de Cuencas Hidrográficas.

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.**

2021

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo realizar la optimización del diseño hidráulico del sistema de abastecimiento rural Guatancuy del municipio de Ubaté, Cundinamarca, con el fin de garantizar el correcto y continuo funcionamiento del servicio. Esto se llevó a cabo mediante la evaluación del funcionamiento del suministro de agua, por medio del diagnóstico técnico definido por los criterios de diseño respecto a la normativa nacional vigente. Posteriormente, con base en los resultados obtenidos de este, y al análisis de alternativas, se planteó el diseño hidráulico del sistema.

Para el desarrollo de lo propuesto anteriormente, se formuló una ruta metodológica basada en 5 fases, que abarca la recopilación de información, aplicación del diagnóstico técnico, análisis de alternativas, caracterización demográfica del área de influencia del proyecto y en último lugar el diseño hidráulico del sistema.

Dado esto, se obtuvo como resultado el diagnóstico técnico del acueducto rural Guatancuy, registros de la modelación realizada mediante el software Epanet para el caso de la optimización de las redes, la memoria de cálculo y resultados del diseño hidráulico, así como el planteamiento de alternativas para dar solución a los problemas presentados en el sistema de acueducto rural estudiado.

Con esto, se evidenció que la capacidad de la fuente es insuficiente para abastecer a la población, por lo que fue necesario orientar el diseño hidráulico hacia una nueva fuente de abastecimiento, logrando la optimización de cada uno de los componentes del suministro con base a la modificación del tipo de captación, obteniendo así, un sistema funcional y bajo criterios normativos, potencializando con esta propuesta el estado actual del sistema de abastecimiento de regular a muy bueno.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	3
TABLA DE CONTENIDO	4
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE ECUACIONES	9
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	10
LISTA DE ANEXOS	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. ANTECEDENTES.....	14
4. MARCO DE REFERENCIA	15
4.1. MARCO TEÓRICO	15
4.2. MARCO CONCEPTUAL.....	16
4.3. MARCO LEGAL.....	17
5. METODOLOGÍA.....	19
5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
5.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
6. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VEREDA GUATANCUY	22
6.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VEREDA	22
6.2. SUELOS	22
6.3. CLIMA.....	23
6.4. RECURSOS HÍDRICOS.....	23
7. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO GUATANCUY	25
7.1. METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	25
7.2. ESTRUCTURA DEL DIAGNÓSTICO	28
7.3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES	29

7.3.1.	Amenazas del sistema	30
7.3.2.	Fuente de abastecimiento	30
7.3.3.	Captación del sistema	33
7.3.4.	Aducción	35
7.3.5.	Almacenamiento.....	36
7.3.6.	Redes de distribución.....	38
7.3.7.	Gestión organizacional.....	39
7.4.	ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.....	41
7.5.	CONCLUSIONES GENERALES DEL DIAGNÓSTICO	45
8.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	46
8.1.	SITUACIÓN ACTUAL	46
8.2.	FACTORES DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	47
8.3.	FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	49
8.4.	ANÁLISIS MULTICRITERIO.....	51
9.	CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	53
9.1.	NIVEL DE COMPLEJIDAD	53
9.2.	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	54
9.2.1.	Método aritmético.....	55
9.2.2.	Método geométrico.....	57
9.2.3.	Método exponencial	59
9.3.	RESULTADOS DE LA PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	61
9.4.	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA	63
9.4.1.	Dotación neta máxima.....	63
9.4.2.	Dotación bruta.....	63
9.4.3.	Caudal medio diario	64
9.4.4.	Caudal máximo diario.....	64
9.4.5.	Caudal máximo horario	65
10.	PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN	66
10.1.	FUENTE DE ABASTECIMIENTO.....	66
10.1.1.	Descripción de la fuente subterránea	66
10.2.	OBRA DE CAPTACIÓN (POZO PROFUNDO).....	68

10.2.1.	Descripción pozo profundo	68
10.2.2.	Diseño pozo profundo	69
10.3.	ADUCCIÓN	70
10.3.1.	Caudal de diseño de aducción	71
10.3.2.	Cálculo diámetro teórico de bombeo	71
10.3.3.	Cálculo de la altura dinámica de elevación	72
10.3.4.	Potencia del equipo de bombeo.....	76
10.4.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	77
10.4.1.	Cálculo del volumen del tanque	77
10.4.2.	Calculo volumen de incendios	81
10.4.3.	Volumen total del tanque	81
10.5.	REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	82
10.5.1.	Levantamiento del catastro de redes	82
10.5.2.	Simulación de la red de distribución mediante el software Epanet .	82
11.	ANÁLISIS NORMATIVO DE OPTIMIZACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA	95
12.	CONCLUSIONES	99
	BIBLIOGRAFÍA.....	100
	ANEXOS.....	103
	ANEXO A. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO TÉCNICO	103
	ANEXO B. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	168
	ANEXO C. PROPIEDADES DE LOS NODOS DE LA RED	169
	ANEXO D. PROPIEDADES DE LAS TUBERÍAS DE LA RED.....	171

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estructura del diagnóstico.....	28
Tabla 2. Cumplimiento normativo.	42
Tabla 3. Estado cualitativo de cumplimiento.	45
Tabla 4. Formulación de alternativas.....	49
Tabla 5. Ventajas y desventajas de las alternativas propuestas por componente .	50
Tabla 6. Peso relativo según criterio.....	51
Tabla 7. Análisis de alternativas.	52
Tabla 8. Asignación del nivel de complejidad.	53
Tabla 9. Método para emplear según el nivel del sistema.	54
Tabla 10. Número de habitantes del sector por año.	54
Tabla 11. Proyección de habitantes método aritmético.	56
Tabla 12. Proyección de habitantes método geométrico.	59
Tabla 13. Proyección de habitantes método exponencial.....	61
Tabla 14. Resumen proyección de la población.	61
Tabla 15. Dotación neta máxima	63
Tabla 16. Resumen cálculo de caudales.	65
Tabla 17. Puntos inventariados.....	67
Tabla 18. Parámetros fisicoquímicos del agua.	67
Tabla 19. Diseño preliminar del pozo.....	69
Tabla 20. Datos iniciales para el diseño hidráulico de la red de aducción.	71
Tabla 21. Pérdidas de accesorios.....	75
Tabla 22. Determinación analítica para la determinación del volumen de agua del tanque.....	78
Tabla 23. Unidades métricas Epanet.....	83
Tabla 24. Tabla de cumplimiento normativo - optimizaciones.	95
Tabla 25. Propiedades de los nodos de la red.....	169
Tabla 26. Propiedades de las tuberías de la red.....	171

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación vereda Guatancuy.....	22
Figura 2. Metodología para el diagnóstico técnico.....	26
Figura 3. QR acceso al diagnóstico.	27
Figura 4. Mapa componentes del sistema analizados en la visita.	30
Figura 5. Organigrama Junta de Acción Comunal Vereda Guatancuy.	39
Figura 6. Planteamiento de las alternativas según componente.....	48
Figura 7. Estimación de las proyecciones.....	62
Figura 8. Componentes del sistema - propuesta de optimización.....	66
Figura 9. Diseño preliminar del pozo.	70
Figura 10. Distribución horaria consumo de la población.	78
Figura 11. Determinación gráfica para la determinación del volumen de agua del tanque – Esquema de masas ingreso / egreso.....	80
Figura 12. Distribución real de la demanda en un tramo de tubería.	84
Figura 13. Idealización de la demanda en un tramo de tubería.	84
Figura 14. Condición actual del sistema.	85
Figura 15. Distribución de presiones sobre la red.....	86
Figura 16. Velocidades por tramo de la red actual.....	87
Figura 17. Mapa de sectorización de la red de distribución.	88
Figura 18. Diámetros de la red de distribución optimizada sectorización tanque Chirquin.	89
Figura 19. Presiones de la red de distribución optimizada sectorización tanque Chirquin.	90
Figura 20. Velocidades en los tramos de la red optimizada sectorización tanque Chirquin.	91
Figura 21. Diámetros de la red de distribución optimizada sectorización tanque Las Piedras.....	92
Figura 22. Presiones de la red de distribución optimizada sectorización tanque Las Piedras.....	93
Figura 23. Velocidades en los tramos de la red optimizada sectorización tanque Las Piedras.....	94
Figura 24. Levantamiento topográfico de las redes de distribución del sistema. .	168

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Unidad de cumplimiento normativo	42
Ecuación 2. Tasa de crecimiento método aritmético	56
Ecuación 3. Cálculo de la población por el método aritmético	56
Ecuación 4. Tasa de crecimiento método geométrico	58
Ecuación 5. Cálculo de la población por el método aritmético	58
Ecuación 6. Tasa de crecimiento método exponencial	60
Ecuación 7. Cálculo de la población por el método exponencial	61
Ecuación 8. Dotación bruta	64
Ecuación 9. Caudal medio diario	65
Ecuación 10. Caudal máximo diario	65
Ecuación 11. Caudal máximo horario	66
Ecuación 12. Fórmula de Bresse	72
Ecuación 13. Velocidad de la tubería	73
Ecuación 14. Altura dinámica de elevación	73
Ecuación 15. Ecuación de pérdidas de carga	74
Ecuación 16. Altura de velocidad de descarga	75
Ecuación 17. Potencia del equipo de bombeo	77
Ecuación 18. Capacidad de regulación del tanque	81
Ecuación 19. Capacidad de almacenamiento del tanque	82
Ecuación 20. Volumen de incendios	82
Ecuación 21. Volumen total del tanque	82

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Fuente de abastecimiento Sector la Escuela.....	32
Fotografía 2. Obra de captación “Chirquin”.....	34
Fotografía 3. Bocatoma Sector la Escuela.....	35
Fotografía 4. Tanque 1 Sector las Piedras.	37
Fotografía 5. Exterior del tanque de almacenamiento Sector las Piedras.	37

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Resultados del diagnóstico técnico	103
ANEXO B. Levantamiento topográfico de las redes de distribución.	168
ANEXO C. Propiedades de los nodos de la red.....	169
ANEXO D. Propiedades de las tuberías de la red	171

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el acceso al servicio de agua potable, especialmente en zonas rurales, presenta una gran problemática común relacionada con su distribución. Esto al presentar deficiencia en los componentes del sistema tanto en la captación, potabilización y por supuesto, distribución, ya sea por fallas en la infraestructura, insuficiencia del recurso, falta de gestión, entre otros factores, que puede llegar a afectar en gran medida la calidad y cantidad de agua potable [1].

Cabe resaltar que, el derecho al agua implica garantizar su disponibilidad, es decir, el abastecimiento continuo y suficiente para uso personal y doméstico.

Dada esta premisa, se toma como objeto de estudio para el desarrollo del presente proyecto, la vereda Guatancuy en el municipio de Ubaté, Cundinamarca, ya que sus habitantes cuentan con acceso al recurso difícilmente tres días a la semana y menos de 5 horas por día. De allí parte la necesidad de intervenir en el actual comportamiento y funcionamiento del sistema de abastecimiento de la vereda determinando las problemáticas que están afectando el acceso del recurso para la población. Esto se realiza por medio de la aplicación de un diagnóstico técnico durante una visita a la vereda, considerando igualmente el cumplimiento normativo de los componentes para posteriormente, con los resultados obtenidos, establecer el análisis de alternativas, en donde se formulan cuatro escenarios diferentes para ser evaluados por medio de ciertos criterios establecidos. A continuación, luego de haber seleccionado el mejor escenario, se procede a realizar la optimización de cada uno de los componentes. Por parte de las redes de distribución, se realiza el levantamiento catastral de redes a lo largo de la vereda, por medio de un equipo GNSS, finalmente, se ejecuta la simulación de su funcionamiento por medio del software Epanet.

Para la optimización de los componentes, se realiza tanto la proyección de la población de la vereda, así como el cálculo de los caudales, teniendo en cuenta un horizonte de diseño de 25 años.

Con el fin de comprobar la optimización del diseño, se hace una comparación del cumplimiento normativo del estado actual de los componentes del sistema de abastecimiento de la vereda, demostrando su mejora.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño hidráulico para la optimización del sistema de abastecimiento rural Guatancuy del municipio de Ubaté, Cundinamarca, con el fin de garantizar el correcto y continuo funcionamiento del servicio.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar el diagnóstico del estado actual del sistema de abastecimiento rural Guatancuy, mediante la determinación y valoración de los componentes que lo conforman con base a los criterios establecidos en la normatividad vigente.
- ✓ Plantear una propuesta de alternativas que garantice el mejoramiento de la calidad del servicio en cuanto al funcionamiento y cobertura total del suministro de agua.
- ✓ Establecer los parámetros de diseño hidráulico para la optimización del sistema, teniendo en cuenta los resultados obtenidos del diagnóstico realizado, los criterios establecidos en la normatividad vigente y el análisis de alternativas.

3. ANTECEDENTES

Colombia se destaca sobre el resto del mundo por la gran cantidad de biodiversidad y recursos hídricos que posee, pero, a pesar de esto, se ha venido presentando “un déficit recurrente en algunas zonas del país, así como dificultades de administración debido a factores de orden técnico y político” [2] que alteran la calidad del servicio en cuanto a la cobertura y distribución en la totalidad del país. Es por esto que nace la preocupación por garantizar el derecho al acceso del servicio de agua potable segura y continua en todo el territorio colombiano. Dado lo anterior, se han efectuado diversos estudios con respecto a la evaluación de los diferentes acueductos que abastecen al país, ya que, conociendo las debilidades internas del sistema, es posible planificar la gestión y la implementación de medidas con el fin de satisfacer las necesidades sobre un servicio digno para todas las personas.

A nivel departamental, en Boyacá y Cundinamarca existe un gran número de estudios con el mismo fin, que pueden ser un referente para el desarrollo del presente trabajo. Uno de estos estudios se desarrolla en el sistema de acueducto de la vereda Perdiguiz en el municipio de Macanal, el cual se plantea a partir de la necesidad de proveer un servicio de agua potable de calidad a la población de la vereda. Se tiene en cuenta para el desarrollo de la investigación el RAS 2000. Adicionalmente, se realizaron los diseños del sistema de acueducto rural óptimo, “que le proporcione accesibilidad y un servicio eficiente de agua potable a la comunidad las 24 horas del día. Este documento se desarrolla mediante la modelación del diseño hidráulico con el software EPANET” [3], en el que se tiene como resultado la estructuración del modelo de la red de acueducto.

Hasta la fecha, en Ubaté, no se ha desarrollado ningún estudio con respecto a la evaluación del estado actual de los acueductos rurales presentes en el municipio. Sin embargo, sobre el acueducto rural Guatancuy, objeto de estudio del presente trabajo, de acuerdo a información suministrada por parte de los responsables, el suministro de agua se encuentra operado por un comité empresarial que hace parte de la junta de acción comunal del sector Guatancuy.

Ante las problemáticas presentadas con respecto a la distribución del recurso, se ha venido trabajando en una serie de modificaciones y mejoras al sistema; en los últimos 4 años, el 70% de la tubería existente se reemplazó por tubería de alta presión.

Una gran parte de los sistemas de acueducto que existen en Colombia, cuentan con falencias, ya sea por deterioros, falta de mantenimiento o fallas en la gestión, lo que puede traer como consecuencia el detenimiento de operación afectando a muchas personas que contaban con el acceso al servicio público; razón por la cual es indispensable proponer estudios que permitan la optimización de los sistemas para establecer soluciones aplicables y lograr el abastecimiento a la población de manera eficiente.

4. MARCO DE REFERENCIA

Para efectos del presente documento, a continuación, se detallan definiciones básicas que se emplearán para el desarrollo del proyecto.

4.1. MARCO TEÓRICO

Sistema de abastecimiento de agua potable.

El sistema de abastecimiento “es el conjunto de elementos y estructuras cuya función es la captación de agua, el tratamiento, el transporte, almacenamiento y entrega al usuario final, de agua potable con unos requerimientos mínimos de calidad, cantidad y presión” [4].

Un sistema de acueducto se conforma de los componentes que se mencionan a continuación:

Captación

Según CEAM – Corporación de estudios, educación e investigación ambiental, se define captación como “aquella obra hidráulica donde se capta el agua necesaria para abastecer el sistema de acueducto. Está comprendida por una presa para almacenar el agua, una rejilla para ingresar el agua a la presa y una caja de derivación que sirve para orientar el agua hacia el desarenador. En el represamiento del agua se presenta un pre tratamiento, dado que en el fondo de la presa queda parte de los lodos y las arenas que trae el agua desde su fuente. Este lugar es conocido también como bocatoma” [5].

Aducción

De acuerdo con Ricardo López, en su libro “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados”, define la aducción como el “transporte de agua cruda, es decir, todo transporte previo a la planta de purificación o tuberías de exceso y lavado” [6].

Conducción

La conducción “es el componente de un sistema de abastecimiento de agua a través del cual se transporta ésta desde el desarenador hasta la planta de tratamiento, al tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución” [7].

Red de distribución

La Comisión Nacional del Agua se refiere a la red de distribución de un sistema como un “conjunto de tubos, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria o hidrantes públicos. Tiene como objetivo el abastecimiento de agua potable a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial e industrial. Además, es importante mencionar que, una vez empleada el agua, esta debe ser desalojada mediante una red de alcantarillado” [8], para posteriormente ser tratada o reutilizada sin provocar un daño ambiental.

Software EPANET

“Es un programa que realiza simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. EPANET determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque en un determinado periodo de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo” [28].

4.2. MARCO CONCEPTUAL

Accesorios

“Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes a las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees, etc” [4].

Caudal

“Cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo” [4].

Caudal de diseño

“Caudal estimado al final del periodo de diseño con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado” [4].

Dotación bruta

“Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerado para su cálculo el porcentaje de pérdidas técnicas que ocurran en el sistema de acueducto” [4].

Dotación neta

“Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerando las pérdidas técnicas que ocurran en el sistema de acueducto” [4].

Nodos

“La red de distribución está formada por un conjunto de tubos que se unen en diversos puntos denominados nodos o uniones” [8].

Periodo de diseño

“Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo” [4].

Tubería o tubos

“Se le llama así al conjunto formado por los tubos (conductos de sección circular) y su sistema de unión o ensamble” [8].

Tubería de descarga

“Tubería que conecta los aparatos sanitarios a un colector de desagüe o a una bajante de descarga” [29].

Tubería de succión

“Tubería a través de la cual se conduce el agua de lluvia a la bomba” [30].

4.3. MARCO LEGAL

Resolución 0844 de 08 de noviembre de 2018

La Resolución 0844/18, “expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, establece los requerimientos técnicos aplicables durante las etapas de perfil de proyecto, planeación, construcción y puesta en marcha, administración u operación y mantenimiento de la infraestructura destinada al suministro de agua para consumo humano y doméstico y saneamiento básico a población asentada en zonas rurales, en concordancia con los esquemas diferenciales para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.” [9].

Guía RAS 008. “Guía metodología para la formulación y diseño de sistemas de acueducto rurales.

La Guía RAS 008, “expedida por el Ministerio de Ambiente, Viviendas y Desarrollo Territorial, haciendo parte del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, señala los procedimientos y requisitos técnicos recomendados para la formulación y diseño de sistemas de acueducto para suministrar agua apta para consumo humano a la población ubicada en la zona rural y suburbana colombiana, de acuerdo con la clasificación de Suelo Rural y Suelo Suburbano, definidos en el Plan de Ordenamiento Territorial de cada municipio según los artículos 33 y 34 de la Ley 388 de 1997 o Ley de Ordenamiento Territorial” [10].

CONPES 3810 de 2014 “Política de Suministro de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Zona Rural”

Documento contemplado por el “Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES, formulando la política de agua potable y saneamiento básico rural y la articulación con las estrategias de vivienda rural del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Promoviendo el acceso al agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales, a través de soluciones acordes con las características de dichas áreas que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural” [11].

5. METODOLOGÍA

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto se define como un estudio no experimental transversal, ya que se trabajó sobre un caso de estudio prospectivo partiendo de un problema asociado a las falencias en el sistema de acueducto, brindando herramientas para la toma de decisiones donde la población sea la principal beneficiada. Las variables y datos obtenidos práctica y teóricamente, sirvieron como un instrumento para la optimización del sistema proyectado en el tiempo.

5.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología se divide en cinco fases, que a su vez se componen de las diferentes actividades que se llevaron a cabo para el desarrollo del proyecto.

Fase 1. Recopilación de la información.

Inicialmente, se llevó a cabo la fase denominada recopilación de la información, en donde se verificó mediante fuentes primarias y secundarias la información relacionada con el sistema de abastecimiento estudiado, asimismo, se extrajo información demográfica, conceptos puntuales para el desarrollo del proyecto y normativa vigente aplicable. Las actividades que se contemplaron en esta fase, se mencionan a continuación.

- ✓ Solicitar, recopilar y revisar la información existente sobre el sistema actual de acueductos veredales que poseen las entidades a quienes compete realizar actividades de inspección, vigilancia y control.
- ✓ Revisar la base teórica respecto a la composición del sistema de acueducto y su interferencia para la elaboración del diagnóstico técnico, orientada de acuerdo a los lineamientos expuestos en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Fase 2. Diagnóstico técnico del sistema de abastecimiento Guatancuy.

Una vez establecida la ruta teórica, se procedió a reunir la información necesaria para estructurar el diagnóstico técnico del sistema de abastecimiento Guatancuy.

- ✓ Diseñar con base a los requerimientos de la normativa vigente la lista de chequeo para la evaluación del sistema de acueducto rural Guatancuy.
- ✓ Realizar visita técnica al acueducto rural ya mencionado para el reconocimiento de la situación actual, donde a su vez se realizará un registro fotográfico e inspección técnica de las condiciones del

funcionamiento y caracterización de la estructura física de los componentes del sistema.

- ✓ Evaluar el sistema de abastecimiento con base a su funcionamiento y estructuración mediante la verificación de cumplimiento de criterios técnicos y normativos establecidos en la lista de chequeo.
- ✓ Analizar las potencialidades y deficiencias del sistema de acueducto analizado con el fin de determinar los requerimientos de mejora y optimización del mismo.

Fase 3. Análisis de alternativas.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las fases anteriores, se procedió a plantear las posibles alternativas de solución para los puntos críticos y deficiencias presentadas a lo largo del sistema. Estas deficiencias fueron tomadas de los criterios que no cumplían con lo establecido en la normatividad vigente, asignando una ponderación según el nivel de importancia.

- ✓ Estructurar los factores que permita la selección de las alternativas por cada componente del suministro de agua, realizando un análisis para la formulación de las alternativas a considerar.
- ✓ Plantear diferentes escenarios con las alternativas para su posterior evaluación.
- ✓ Evaluar los escenarios de alternativas teniendo en cuenta criterios técnicos, económicos, sociales y ambientales, asignando una calificación cuantitativa.

Fase 4. Caracterización demográfica del área de influencia del proyecto.

Con el fin de determinar la proyección de la población que conforma el sistema de acueducto, y conocer el consumo de la misma, se plantearon las siguientes actividades:

- ✓ Estimar la población para un horizonte de diseño, teniendo en cuenta el nivel de complejidad de acuerdo al número de habitantes existente en la zona de estudio.
- ✓ Determinar la dotación neta máxima y bruta con base a registros de consumo, teniendo en cuenta el uso del agua, y los valores máximos establecidos en la normativa vigente para el cálculo de éstas respectivamente.
- ✓ Cuantificar la demanda (Caudal medio diario, caudal máximo diario, caudal máximo horario) del sistema con base a los resultados obtenidos en el cálculo de las dotaciones.

Fase 5. Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua.

Esta fase fue dirigida al diseño hidráulico del sistema de abastecimiento, el cual se realizó a partir de la información obtenida de la fase anterior como línea base para los requerimientos de diseño.

Las actividades que se llevaron a cabo se presentan a continuación.

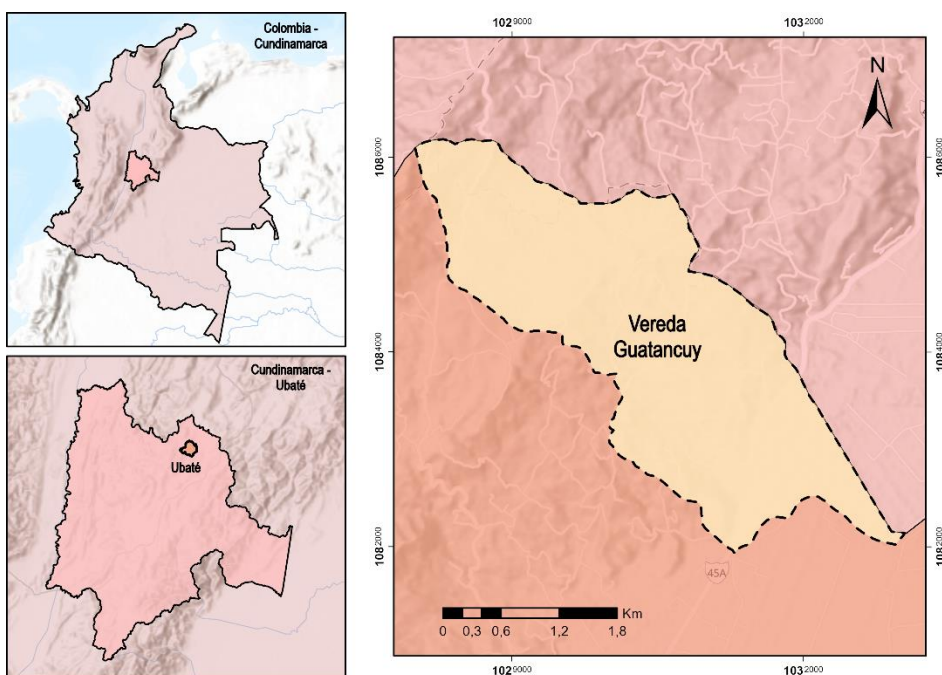
- ✓ Realizar el diseño hidráulico de los subsistemas que componen el sistema de acueducto: obra de captación, aducción, tanque de almacenamiento y red de distribución teniendo en cuenta el valor de la demanda proyectada y los parámetros exigidos en la normatividad vigente.
- ✓ Realizar la simulación de la red de distribución del sistema de acueducto mediante el software EPANET, estableciendo variables de diámetro, velocidad y presión.

6. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VEREDA GUATANCUY

6.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VEREDA

La vereda Guatancuy es una de las 9 veredas que conforma la zona rural del municipio de Ubaté (figura 1), cuenta con un área de aproximadamente 785 Ha. Limita con Susa hacia el noreste y con Fúquene hacia el oriente. La vereda se encuentra ubicada a aproximadamente 15 minutos desde el municipio de Ubaté por la vía que comunica al municipio con Chiquinquirá.

Figura 1. Ubicación vereda Guatancuy



Fuente. Elaboración propia

6.2. SUELOS

De manera general, en el municipio de Ubaté, “se identifican suelos del paisaje de montañas estructurales – erosiónales, en el costado occidental del municipio hacia el nororiente entre 2200 y 3000 msnm, dentro de un clima frío y seco constituido principalmente por rocas sedimentarias y metamórficas, el paisaje de esta zona se caracteriza geomorfológicamente por tipos de relieve de crestones, lomas y glacis coluvial. Por otra parte, en el costado oriental del municipio hacia el suroriente a 2400 msnm se ubican los suelos del paisaje de Planicie fluvio lacustre. Este paisaje se constituye por materiales orgánicos y algunos de ellos recubiertos por arcillas lacustres, consecuencia de los ríos en la zona” [12].

Específicamente, el uso del suelo rural, está clasificado para el municipio en áreas para agricultura, pastos, silvicultura y otros como centros poblados, rastrojos, vías, cuerpos de agua y Vivienda dispersa.

La vereda Guatancuy, presenta áreas con fuerte tendencia a la erosión, debido a poseer una escasa cobertura vegetal y pendientes muy pronunciadas en sus laderas. Por otro lado, se presenta otra franja de terreno entre los 2.800 a 3.000 m.s.n.m, “se caracteriza por tener un relieve moderadamente ondulado con pendientes mínimas a medias, los suelos superficiales presentan una capa aprovechable agrícola con profundidad moderadamente profunda, con drenajes internos lentos y externos rápidos, sensibilidad a la erosión de ligera a moderada, nivel de fertilidad de alta a mediana” [13].

6.3. CLIMA

“El municipio se caracteriza por tener una clasificación climática frío semiárido según la clasificación de Lang- Caldas para el año 2014, publicado por el IDEAM. Adicionalmente, Villa de San Diego de Ubaté según Koppen, se encuentra entre Sutatausa y Fúquene, clasificado como mesotermal templado sin estación seca. Esta zona presenta una temperatura media que varía entre 12,5 y 13,5°C” [12].

El municipio de Ubaté “se encuentra sujeto a dos períodos (bimodal) de lluvias, el primero de marzo a junio con valores que oscilan entre 44 mm y 151 mm; el segundo período más corto, pero a su vez más intenso, presenta valores que fluctúan entre 39 mm en septiembre y 166 mm en octubre. Los meses de abril y octubre registran las lluvias más intensas en todos los sectores del municipio” [14].

“En relación con los períodos secos, se puede concluir que los meses de enero, febrero, julio, agosto y diciembre, registran valores que no superan escasamente los 50 mm mensuales, salvo en el mes de diciembre en donde se registran valores elevados que alcanzan los 78 y 82 mm. El mes más seco es enero. En relación con la distribución espacial de la precipitación se observa que, para el municipio de Ubaté, la precipitación anual oscila entre los 740 mm y los 800 mm, registros que son relativamente bajos en comparación con otras zonas del país” [14].

6.4. RECURSOS HÍDRICOS

“A nivel regional, la vereda hace parte de la subcuenca Río Alto Suárez, perteneciente a la cuenca del Río Alto Ubaté. De acuerdo al Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río alto Suárez, cerca de del 70% de las subcuencas que lo conforman, registran una muy baja capacidad para retener humedad y mantener condiciones de regulación hídrica” [15].

“La calidad del agua en la cuenca muestra que es una fuente receptora de contaminación, producto del desarrollo de actividades antropogénicas en las

zonas aledañas de la cuenca. Además, es receptora de vertimientos de tipo doméstico, industrial y minero” [15].

“En general, en la mayoría de los meses el suelo permanece con un déficit de agua. En el período de octubre y noviembre el déficit de agua es cero, mientras que los demás meses alcanzan valores hasta de 77 mm. Durante el mes de diciembre se da un proceso de recarga, pero esta no es lo suficiente para dejar los suelos a capacidad de campo. En términos generales el déficit de agua anual alcanza los 456 mm. En los alrededores del municipio y más específicamente hacia la parte sur y oriental las condiciones son de extrema sequedad climática, igual que la descripción anterior los déficits predominan gran parte del año, pero con valores anuales menores que oscilan entre los 111 y 197 mm. Hacia la parte norte las condiciones hídricas son muy similares a las anteriores y deja ver que los déficits marcan valores altos en contraste con el valor mínimo de exceso de agua que se da en el mes de noviembre con 19 mm” [15].

7. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO GUATANCUY

7.1. METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

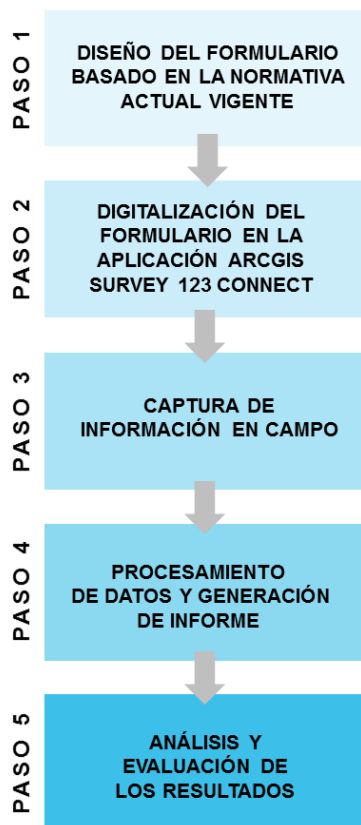
Con base a la Guía Metodológica para el “Diagnóstico del Servicio de Acueducto y de otras Alternativas de suministro de agua en zonas rurales” del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Reglamento Técnico RAS 0330 de 2017 y el RAS Rural, mediante los parámetros y especificaciones propuestas en estos documentos, se busca evaluar cada uno de los componentes del sistema, para identificar riesgos y fallas, y de esta manera formular acciones de mejora, así como el seguimiento concerniente, en beneficio del bienestar de la población que se encuentra bajo la influencia del acueducto.

El formulario para realizar el diagnóstico técnico fue elaborado mediante el aplicativo ArcGIS Survey 123 Connect, el cual “forma parte de la nube geoespacial de Esri, siendo una solución completa y basada en crear, compartir y analizar formularios inteligentes con lógica de exclusión, valores predeterminados y en varios idiomas. Es posible capturar los datos a través de la web o dispositivos móviles, incluso sin conexión a internet” [16].

Por otro lado, el levantamiento de la información sobre el formulario ya estructurado, se realiza por medio del aplicativo Survey 123, el cual, almacena la información directamente en la nube de ArcGIS Online.

A continuación, se muestra un diagrama simplificado de la metodología llevada a cabo para la elaboración del diagnóstico del estado actual del Sistema de Abastecimiento Guatancuy.

Figura 2. Metodología para el diagnóstico técnico.



Fuente. Elaboración propia

Paso 1. Diseño del formulario basado en la normativa actual vigente.

Con base a la Guía Metodológica para el Diagnóstico del Servicio de Acueducto y de otras Alternativas de suministro de agua en zonas rurales del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Reglamento Técnico RAS 0330 de 2017 y el RAS Rural, se plantearon los puntos más importantes que permitieran reconocer el estado actual de los diferentes componentes que hacen parte del suministro, estructurando así el formulario para la identificación de lo anteriormente mencionado.

Paso 2. Digitalización del formulario en la aplicación ArcGIS Survey 123 Connect.

El diagnóstico diseñado previamente es digitalizado y formulado en el aplicativo ArcGIS Survey 123 Connect, en el cual se configuran las preguntas, opciones de respuestas, reglas de validación, condiciones de visibilidad, tamaño y tipo de letra,

repeticiones de la pregunta, personalización de las mismas, además de permitir el manejo del formulario de manera offline.

A continuación, se presenta el código QR para acceder al diagnóstico:

Figura 3. QR acceso al diagnóstico.



Fuente: [26] ArcGIS Survey 123. ArcGIS Survey123 es una sencilla e intuitiva solución de captura de datos basada en formularios. Cree, comparta y analice encuestas en tan solo tres sencillos pasos. ArcGIS Survey 123, Julio 15, 2021. arcgis-survey123.com/?itemID=0c947f9712bc4cc981328100843d660f

Paso 3. Captura de información en campo

Durante el recorrido en campo, se realizó la recolección de la información en el aplicativo Survey 123, de acuerdo al reconocimiento del estado en el que se encuentra cada componente que lo conforma, evidenciando fallas en la infraestructura, deficiencias, modificaciones, entre otros, siguiendo el formulario diseñado para tal fin, complementando con información multimedia y geográfica que puede ser cargada inmediatamente en el mismo.

Paso 4. Procesamiento de datos y generación de informe

Una vez realizado el levantamiento de la información en campo, se procedió a tratar los datos para la generación del informe, creando una plantilla que incluye la sintaxis específica que extrae los datos del formulario levantados en Survey 123, definiendo así, el contenido del documento y sus elementos visuales.

Paso 5. Análisis y evaluación de los resultados

Con base al informe final, se procedió a realizar un análisis técnico detallado señalando el estado actual en el que se encuentra cada componente evaluado, así como conclusiones generales de lo que se observó a lo largo del recorrido.

7.2. ESTRUCTURA DEL DIAGNÓSTICO

De manera general, el diagnóstico cuenta con los siguientes componentes: amenazas al sistema, fuente de abastecimiento, captación, aducción/conducción, tratamiento, almacenamiento, distribución en redes o pilas públicas y gestión organizacional. A su vez, cada componente cuenta con sus respectivos módulos de evaluación, como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 1. *Estructura del diagnóstico*

COMPONENTES	MÓDULOS
1. Amenazas del sistema	1.1. Descripción de las amenazas
2. Fuente de abastecimiento	2.1. Descripción de la fuente de abastecimiento
	2.2. Identificación de escenarios de riesgo para la fuente de abastecimiento (Sólo para fuentes de abastecimiento superficial y subterránea)
	2.3. Matriz de cumplimiento normativo de fuentes de abastecimiento
3. Captación	3.1. Descripción de la captación del sistema
	3.2. Identificación de escenarios de riesgo de la captación
	3.3. Matriz de cumplimiento normativo de la captación
4. Aducción/ Conducción	4.1. Descripción aducción / conducción del sistema
	4.2. Identificación de escenarios de riesgo en aducción / conducción
	4.3. Matriz de cumplimiento normativo de la aducción / conducción
5. Tratamiento	5.1. Descripción del tratamiento del agua del sistema
	5.2. Resultados de calidad de agua
	5.3. Identificación de escenarios de riesgo en el tratamiento
	5.4. Matriz de cumplimiento normativo del tratamiento del agua (Incluye pre-tratamiento)
6. Almacenamiento	6.1. Descripción del almacenamiento colectivo del sistema
	6.2. Identificación del escenario de riesgo del almacenamiento
	6.3. Matriz de cumplimiento normativo del almacenamiento (Sólo para tanques de almacenamiento)
7. Distribución en redes	7.1. Descripción de la distribución del sistema (En red)
	7.2. Distribución (En red): Micromedición
	7.3. Distribución (En red): Continuidad
	7.4. Identificación de escenarios de riesgo en la distribución
	7.5. Matriz de cumplimiento normativo de la distribución en red
9. Gestión organizacional	9.1. Descripción de la gestión organizacional
	9.2. Identificación de escenarios de riesgo en la gestión organizacional

Fuente. Elaboración propia

En la primera parte del formulario se encuentra la definición del alcance del diagnóstico que tiene como objetivo seleccionar los componentes y módulos que se desean evaluar del formulario inteligente. Estos componentes y módulos son elegidos de acuerdo a la complejidad del sistema que se está evaluando, el cual se simplifica por las reglas de validación con las que cuenta el formulario.

Una vez establecido el alcance, se procedió a evaluar cada componente del sistema. El formulario diseñado muestra cada componente por hoja respectivamente.

Lo último que se evaluó por cada componente es el cumplimiento normativo. Estos resultados serán mostrados en el numeral 7.4 análisis de cumplimiento normativo de los componentes del presente capítulo, ya que se tomarán en cuenta para la posterior comparación con la propuesta de optimización.

7.3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES

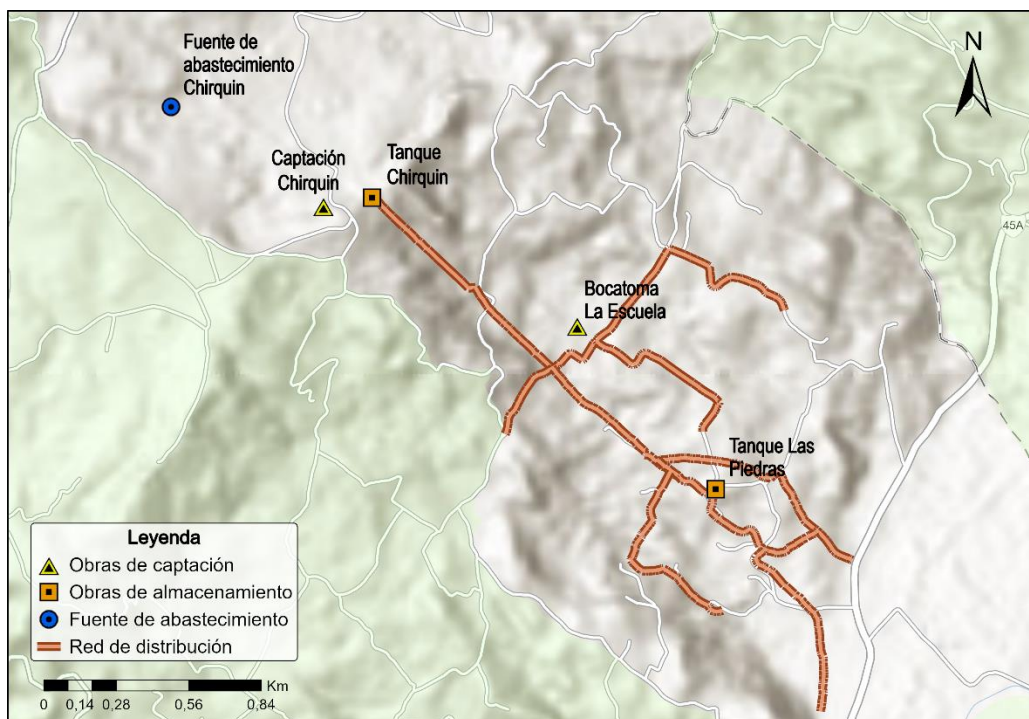
Con base a los resultados obtenidos con el diagnóstico técnico efectuado por medio de la visita técnica realizada a lo largo del sistema de abastecimiento de la vereda Guatancuy en Ubaté, con el fin de determinar el estado actual del sistema, se determinó que el mismo cuenta con: dos fuentes de abastecimiento (Chirquin y Sector la Escuela), dos obras de captación, red de aducción, dos tanques de almacenamiento, y finalmente una red de distribución.

En cuanto al sistema de tratamiento del agua, hasta hace aproximadamente 8 años, se contaba con un filtro y desarenador, pero por falta de recurso y personal capacitado, no fue posible mantener la planta existente, por lo que el agua que llega a las viviendas, es agua cruda no tratada, a la que posterior a su recolección se debe someter a diferentes prácticas directamente en los hogares para obtener una mejor calidad de la misma de acuerdo a la actividad que se vaya a realizar con el recurso. Es por esto mismo que, hoy en día, el sistema trabaja bajo las condiciones de suministro de agua.

Los resultados a detalle del diagnóstico técnico efectuado del estado actual de los componentes del sistema, se muestran en el anexo A.

A continuación, se muestra la ubicación de los componentes que conforman el sistema de abastecimiento.

Figura 4. Mapa componentes del sistema analizados en la visita.



Fuente. Elaboración propia

7.3.1. Amenazas del sistema

La identificación de amenazas incluida en el presente diagnóstico, permite a quienes suministran el servicio en la zona rural, contar con una información básica y útil para identificar acciones de mejora de los sistemas para la respuesta frente a posibles contingencias que se puedan presentar sobre el sistema.

Siendo así, en la visita técnica se comentó que el sistema de suministro de agua y la comunidad se están viendo afectados por un evento que cada vez es más frecuente como es lo es la sequía, un evento generado por la falta de lluvias en un periodo de tiempo produciendo sequedad en los campos y escasez de agua en la zona.

Asimismo, se identificó que existen pocetas aguas arriba de la captación, lo que puede representar pérdidas del recurso disminuyendo la oferta disponible para el sistema.

7.3.2. Fuente de abastecimiento

Como se mencionó anteriormente, se determinó que el sistema de abastecimiento Guatancuy cuenta con dos fuentes de abastecimiento, Chirquin y Sector la

Escuela. La descripción del estado actual de cada una de ellas se menciona a continuación respectivamente.

Fuente de abastecimiento Chirquin

La fuente de abastecimiento Chirquin es una fuente principal superficial, es decir, es quien aporta la mayoría de caudal que abastece el sistema e igualmente “asegura” la disponibilidad de agua en el sistema durante la mayor parte del año. Pese a esto, según los resultados obtenidos del diagnóstico, la fuente no provee agua suficiente en las todas las épocas del año, ni alcanza para cubrir las necesidades de la población, siendo el agua de la fuente abastecedora siempre insuficiente, dependiente del factor del tiempo húmedo o seco del año, por lo que, en tiempo seco, algunas veces se debe transportar el agua en vehículos, o la misma población adquiere el agua en botellas o garrafones.

Asimismo, no se tiene identificado el caudal de la fuente en ninguna condición, ya que no se cuenta con macromedidores en ningún punto de la fuente.

Por otro lado, el uso de suelos alrededor de la fuente de abastecimiento, se basa en tierras dedicadas a cultivos o agricultura convencional y ganadería.

En cuanto a medidas de protección, actualmente la quebrada se encuentra delimitada y existe un cercado que limita el acceso a la fuente con el fin de prevenir la contaminación de la misma por descargas, vertimientos o arrojamiento de residuos sólidos.

Con respecto a la calidad del agua de la fuente, la empresa de servicios públicos de Ubaté “Emservilla”, realizó un estudio, en donde se evidenció principalmente la presencia de coliformes provocado por el estiércol de los animales que se encuentran alrededor de la fuente abastecedora.

Anterior al año 2009, el suministro de agua contaba con una concesión de aguas para su captación, el cual se perdió posterior a este año, y que al día de hoy no ha sido posible recuperar.

Cabe resaltar que se realiza un mantenimiento mensual a la captación de la fuente, siendo la fecha de la última revisión el día 12 de diciembre del año 2020. Por otra parte, hasta la fecha, ninguna entidad de salud ha realizado una inspección sanitaria a la fuente abastecedora.

Se han evidenciado como mayor potencial de escenario de riesgo para la calidad de agua de la fuente abastecedora los distritos de riego, y la desviación de agua por pocetas. Además de esto, se ha evidenciado el uso de fertilizantes y el pastoreo de animales a menos de 10 metros que amenazan con la contaminación del agua cerca a la fuente de abastecimiento.

Fuente de abastecimiento Sector la Escuela

Por otro lado, la fuente de Abastecimiento sector La Escuela, es una fuente alterna superficial, es decir, es aquella que contribuye a incrementar el caudal de agua disponible. Sin embargo, al igual que la fuente de abastecimiento Quebrada el Chirquin, esta fuente tampoco cuenta con disponibilidad de recurso para cumplir con su óptimo funcionamiento.

Asimismo, esta fuente tampoco cuenta con una medición de caudal por la misma razón, no existe macromedidores en ningún punto de la fuente.

Igualmente, los usos del suelo alrededor de la fuente, es cría de ganado y cultivos.

Esta fuente de abastecimiento se encuentra ubicada en un predio privado, por lo que se cuenta con la delimitación de la zona, e igualmente se encuentra con el respectivo cerramiento impidiendo el acceso directo a la fuente.

Es revisada una vez al mes, actualmente no se han hecho estudios sobre la calidad del agua, no se ha realizado inspección sanitaria y tampoco se cuenta con concesión de agua para el uso de dicha fuente.

En cuanto a los escenarios de riesgo que se pueden presentar en esta fuente de abastecimiento, se identificó la presencia distritos de riego y abrevaderos, estos últimos se refiere a pequeñas obras de almacenamiento o aposamientos de agua que son usados para dar de beber a los animales. Igualmente se evidenció el pastoreo de animales alrededor de la fuente, lo que como bien ya se mencionó anteriormente, puede causar una contaminación de la fuente por el arrastre de la materia fecal de los animales.

Fotografía 1. *Fuente de abastecimiento Sector la Escuela*



Fuente. Elaboración propia

7.3.3. Captación del sistema

Actualmente el sistema de abastecimiento dispone de dos obras de captación. La primera de ellas ubicada en el sector Chirquin, y la infraestructura restante se localiza en el sector La escuela.

Obra de captación Chirquin

La obra de captación Chirquin, es una infraestructura tipo reservorio, que cumple la función de almacenar agua en un punto determinado, con la finalidad de reducir la pérdida del recurso. Es una infraestructura que al día de hoy no cuenta con macromedidores y sus primeras obras fueron realizadas en el año 1992.

Se tiene conocimiento de que el uso del recurso está destinado tanto para consumo humano y doméstico, así como para diferentes usos según las actividades de las zonas como, actividades productivas de levante de animales, alimentación de animales domésticos, riego de huertas o jardines, otros procesos de transformación de alimentos, actividades industriales, agua para riego en mediana o gran escala. Igualmente, cabe resaltar, que no se cuenta con un porcentaje aproximado de los diferentes usos del recurso. En cuanto al suministro de agua, este se lleva a cabo mediante tuberías por un sistema de gravedad.

La revisión del estado y funcionalidad de la captación se está llevando a cabo trimestralmente en esta obra. En el último año se han efectuado operaciones de mantenimiento tales como retiro de hojas, material vegetal u otros elementos, arreglos menores como remoción de piedras u otros materiales de construcción de diques o barricadas, cambios de partes de la infraestructura, cambio de rejilla, mallas y tapas, y, enchape en porcelana. En las labores de mantenimiento, se ha identificado desviaciones del recurso a otros sistemas o para otros usos.

Se evidencia que la infraestructura del reservorio Chirquin, presenta daños detectables a la vista, que pueden ser medibles, pero no afectan su operación y funcionamiento. En la obra se presenta óxido, musgo y humedad en las paredes de la misma.

Finalmente, se da una calificación de REGULAR al estado actual del reservorio, ya que se presentan falencias en la infraestructura, y es necesario realizar una mejora y el respectivo mantenimiento.

Fotografía 2. *Obra de captación Chirquin.*



Fuente. Elaboración propia

Obra de captación Sector la Escuela

Por su parte, la obra de captación localizada en el Sector la Escuela, es una bocatoma lateral, que cumple en su conjunto como una infraestructura utilizada para reunir y disponer adecuadamente el agua.

Cumple con características similares a la primera obra siendo alguna de ellas: No se cuenta con macromedidores, el uso del recurso está destinado tanto para consumo humano y doméstico, así como para diferentes usos según las actividades de las zonas, teniendo en cuenta que no tienen un porcentaje aproximado de estos diferentes usos.

La captación es empleada para un tipo de distribución mediante redes, siendo la gravedad el mecanismo por el cual se impulsa la mayoría del caudal en esta parte del sistema.

La revisión del estado y funcionalidad de la captación se está llevando a cabo mensualmente en esta bocatoma. En el último año igualmente que en la obra Chirquin, en la bocatoma Sector la Escuela se han efectuado operaciones de mantenimiento tales como retiro de hojas, material vegetal u otros elementos, arreglos menores como remoción de piedras u otros materiales de construcción de diques o barricadas, entre otros.

De acuerdo a la inspección visual, esta cuenta con una tubería de salida que va directamente conectada al tanque de almacenamiento que suministra el servicio al sector La Piedra y sector La Inspección.

Finalmente, se da una calificación de REGULAR al estado actual de la bocatoma, ya que se presentan falencias en la infraestructura, y es necesario realizar una mejora y el respectivo mantenimiento.

Fotografía 3. *Bocatoma Sector la Escuela.*



Fuente. Elaboración propia

7.3.4. Aducción

El Sistema de abastecimiento Guatancuy cuenta con una línea de aducción de 2 kilómetros, esta línea posee una tubería de diámetros de 2 pulgadas. En el año 1974 se dio inicio a la instalación de las líneas de aducción a lo largo de la vereda. El material en el que se encuentran fabricadas estas tuberías es en PVC, y una muy pequeña parte de acero, a lo largo de las tuberías de aducción se tiene válvulas para la regulación y control del recurso. Cabe resaltar que, en el último año se han llevado a cabo actividades de mantenimiento tales como, retiro de residuos, hojas, material vegetal, raíces y demás elementos, igualmente se ha realizado cambios de tubería. Las labores de mantenimiento de la línea de aducción se realizan semanalmente.

En cuanto a los escenarios del riesgo, se identificó que la sequía ha generado daños en ciertas partes de la tubería debido al cambio de las condiciones naturales de la fuente, se evidenció un desgaste en algunas partes de la línea de aducción, debido a la pérdida de la resistencia de las tuberías.

Finalmente, se le da una calificación al estado físico de la línea de aducción REGULAR, siendo necesario para esta infraestructura mejorar su mantenimiento.

7.3.5. Almacenamiento

Actualmente, el Sistema de abastecimiento Guatancuy cuenta con dos tanques de almacenamiento cada uno con una capacidad de 180 m³. Estos tanques fueron construidos en el año 1995; Cuentan con una dimensión de 6 metros de profundidad, 5 metros de ancho y 6 metros de largo.

En los últimos tres años, se ha realizado dentro de su mantenimiento, el cambio del registro en la salida. Igualmente, se realizó una expansión en el componente, aumentando su capacidad de almacenamiento.

Cuando se realiza la limpieza de los tanques de almacenamiento, el cual se lleva a cabo cada seis meses, el agua permanece almacenada en tiempo húmedo menos de un día, y en tiempo seco, hasta por 48 horas.

En cuanto a la infraestructura del sistema, de manera general, se evidencia que los tanques físicamente presentan condiciones robustas.

En la parte alta de la vereda se ubica el tanque del sector Chirquin, el cual recibe el agua de la captación Chirquin, este a su vez aporta parte del recurso al segundo tanque, localizado en la parte baja de la vereda en el Sector las Piedras, que adicionalmente recibe agua de la bocatoma Sector la Escuela.

Cada uno de estos tanques contribuyen con la distribución del agua en una misma proporción, logrando el tanque Chirquin abastecer a la parte alta y el tanque Sector las Piedras abastecer a la parte baja de la vereda.

En cuanto a la identificación de los escenarios de riesgo que se pueden presentar sobre este componente del sistema, se evidenciaron prácticas de mantenimiento inadecuadas en cuanto a la frecuencia y calidad apropiadas. Por otro lado, los tanques cuentan con un deterioro en su infraestructura como se muestra en las imágenes, donde se observa erosión, musgo, óxido que, sin embargo, esto no impide el funcionamiento de estos y, por lo tanto, se operan sin interrupción.

Dado lo anterior, el componente de almacenamiento se encuentra en un estado REGULAR.

Fotografía 4. *Tanque 1 Sector las Piedras.*



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 5. *Exterior del tanque de almacenamiento Sector las Piedras.*



Fuente. Elaboración propia

7.3.6. Redes de distribución

La distribución del agua se realiza por medio de ductos que llegan a las viviendas o predios conectados al sistema, la red cuenta con una longitud aproximada de 10 kilómetros, y un diámetro medio de las tuberías de la línea de distribución de 2 pulgadas. El material de estas redes es de PVC. Esta red fue instalada por primera vez en la vereda en el año 1975.

La falta de instrumentos de medición de la red es visible, ya que no se cuenta con manómetro para la medición de la presión de la red, ni con macromedidores para la medición de caudales.

En el último año se han realizado operaciones de mantenimiento tales como limpieza de componentes, además de haber realizado la reposición de una parte de la tubería. En relación a las acciones de rehabilitación en los últimos años, se ha unido fuerzas para lograr la expansión, reemplazo y cambios en el material de las estructuras de distribución.

La continuidad en la distribución del servicio se realiza por suministros periódicos, en tiempo seco, hay acceso al menos 4 horas al día, 2 veces por semana, mientras que, en tiempo húmedo, se tiene acceso al mismo durando 8 horas al día, al menos 4 días a la semana, viéndose una gran afectación para todo el sector. Igualmente, los respectivos horarios de la prestación del servicio son conocidos por toda la comunidad.

Ante la baja afluencia del servicio se ha promovido el uso de tanques de almacenamiento o albercas en cada uno de los hogares, contando con un inventario de las 235 viviendas donde se ha incentivado esta práctica.

El principal motivo por el cual el suministro de agua es periódico, guarda relación con la disposición del recurso en la fuente abastecedora, dicho anteriormente el agua captada es insuficiente para asegurar la distribución 7 días/24 horas. La distribución del recurso se realiza por sector cada día.

Aunque la problemática es muy evidente en relación a la falta del recurso, se tiene previsto mejorar la frecuencia del suministro periódico por medio de un cambio en la captación del agua, permitiendo la perforación de un pozo profundo (captación de agua subterránea) asegurando la continuidad del sistema en todo el sector.

En relación a la identificación de escenarios de riesgo en la distribución se identificó la presencia de desgaste y corrosión en algunas partes de los ductos que conducen el agua por el sistema. Los cambios de presión no son una problemática, ya que, a lo largo de los últimos años se han hecho remodelaciones en la tubería, permitiendo manejar adecuadamente esta variable a lo largo del sistema.

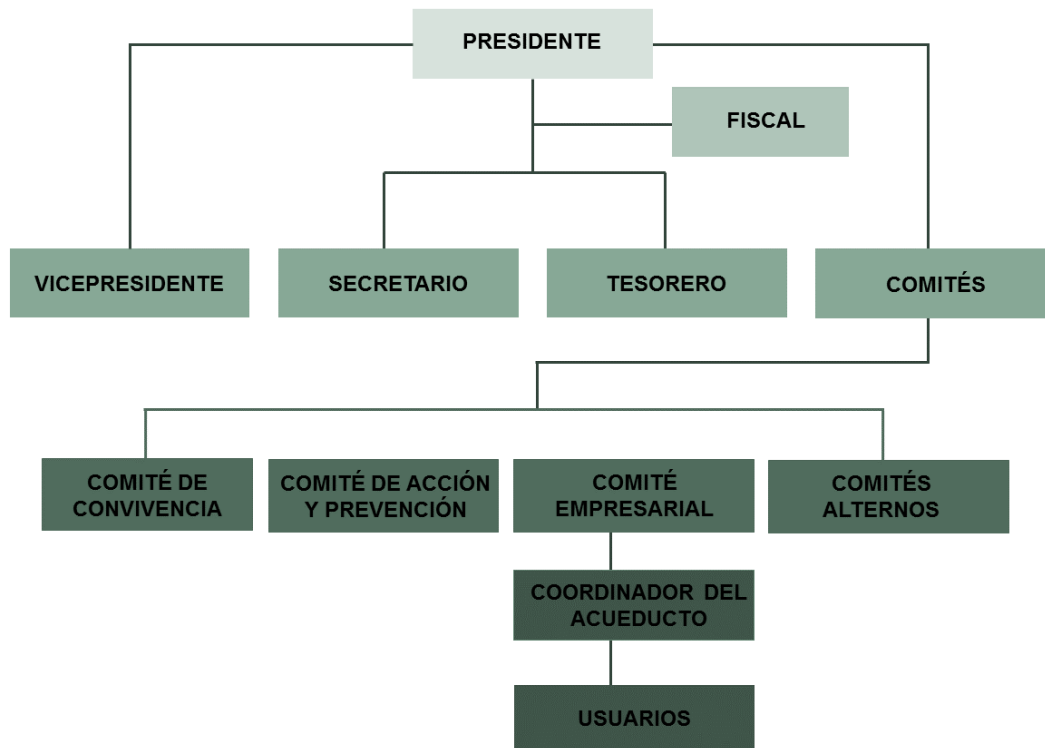
La calificación en términos generales del estado físico de la infraestructura de distribución es de modo REGULAR, estando en funcionamiento, pero con la necesidad de mejorar el mantenimiento.

7.3.7. Gestión organizacional

Se iniciaron actividades en el año 2016 bajo el nombre “Sistema de abastecimiento Guatancuy”, perteneciente en la vereda Guatancuy, municipio de Ubaté, Cundinamarca.

Asimismo, en cuanto al estado legal del suministro, este se encuentra definido como un suministro colectivo a varias viviendas próximo entre sí. La organización autorizada para la prestación del servicio es comunitaria, ya que es la Junta de Acción Comunal, quien se legalizó para prestar el servicio. Es por esto mismo que, el Sistema de abastecimiento Guatancuy, se encuentra constituido como prestador bajo el registro ante la gobernación dirigido por la misma organización (JAC). El organigrama de la JAC de la vereda se muestra a continuación.

Figura 5. Organigrama Junta de Acción Comunal Vereda Guatancuy.



Fuente. Elaboración propia

Con respecto al diagrama que se muestra anteriormente, cada uno de los integrantes que conforman la junta de acción comunal de la vereda, desempeñan las siguientes funciones respectivamente.

Presidente

“Ejercer la representación legal de la Junta y como tal suscribirá los actos, contratos y poderes necesarios para el cabal cumplimiento de los objetivos y la defensa de los intereses de la Organización, ejecutar las decisiones de la Asamblea y de la Junta Directiva y convocar las reuniones de Directiva y Asamblea [17].

Vicepresidente

“Reemplazar al presidente en sus ausencias temporales o definitivas, hacer parte, por derecho propio, de las comisiones empresariales, ejercer las funciones que le delegue el presidente y que no correspondan a otro dignatario, proponer ante la Asamblea la creación de las Comisiones de Trabajo, y finalmente, coordinar las actividades de las Comisiones de Trabajo” [17].

Secretario

“Comunicar la convocatoria a reuniones de asamblea y directiva, registrar, diligenciar y mantener actualizados los libros de inscripción de afiliados, actas de asamblea y directiva, llevar, custodiar y organizar el archivo y documentos de la junta, y, llevar un control de asistencia de afiliados de las asambleas junto con el fiscal” [17].

Fiscal

Velar por el recaudo oportuno y cuidado de los dineros y los bienes de la junta, así como su correcta utilización, velar por la correcta aplicación dentro de la Junta de las normas legales, rendir informes a la asamblea en cada una de las reuniones ordinarias, sobre el recaudo, cuidado, manejo e inversión de los bienes que forman parte del patrimonio de la Junta, rendir informes cuando sean solicitados por la entidad que ejerce inspección, control y vigilancia sobre el recaudo, cuidado, manejo e inversión de los bienes, y finalmente, revisar los libros y demás documentos de la Junta e informar sobre cualquier irregularidad a la Comisión de Convivencia y Conciliación o a la autoridad competente [17].

Tesorero

“Asumir la responsabilidad en el cuidado y manejo de los dineros y bienes de la Junta, llevar los libros de Caja general, bancos, caja menor e inventarios. Registrarlos, diligenciarlos y conservar recibos de los asientos contables, constituir la garantía o fianza de manejo para responder por los dineros o bienes de la Junta, rendir en cada asamblea ordinaria de afiliados y a la directiva, en cada una de sus reuniones, un informe del movimiento de la tesorería y a las autoridades

competentes en las fechas en que éstas lo soliciten, cobrar oportunamente los aportes y cuotas que se le otorguen a la Junta” [17].

Coordinadores

“Convocar a reuniones de la Comisión y presidirlas, llevar junto con el secretario de la comisión las estadísticas de las labores ejecutadas, elaborar propuestas de gestión según el comité trabajado, y, rendir informes de las labores desarrolladas” [17].

Por otro lado, la recuperación de costos por la prestación del servicio se realiza mediante tarifas definidas. En este caso, se maneja un cobro de \$8.000 COP mensualmente, independiente del consumo, es decir, el costo es el mismo sin importar cuánta agua se consume o se deja de consumir por el usuario. Como ya se ha mencionado anteriormente, son 235 usuarios suscritos al suministro, por lo que se debería retornar aproximadamente \$1.880.000 COP para el mantenimiento del mismo. Sin embargo, la totalidad de la comunidad no realiza el pago de esto, razón por lo cual no hay recursos económicos para mejorar la infraestructura y funcionamiento del suministro. Igualmente, se cuenta con un libro de ingresos y egresos del último año.

Cabe resaltar que el sistema en sí, no posee recursos en cuanto a material de construcción, ni herramientas, ni equipos para el desarrollo de las actividades de mantenimiento, y actualmente, el fontanero es un habitante del sector que no presenta una certificación para sus labores.

Finalmente, en cuanto a los escenarios de riesgo identificados, se evidencia que falta una asesoría para llevar a cabo todos los tramites de construcción legal de quienes gestionan el sistema, igualmente la tarifa cobrada mensualmente por el servicio, no es suficiente para recuperar los costos del sistema; Como se mencionó anteriormente, hace falta el pago oportuno de los beneficiarios del servicio, por lo que existen grandes dificultades para reunir los recursos necesarios para ejecutar obras y demás inversión que se requiere para el mejoramiento continuo del sistema. A pesar de que hay un reglamento, este se aplica de forma parcial, hacen falta registros y archivos sobre el funcionamiento del suministro y organización del mismo, así como la falta de capacitación del personal a cargo, tanto en temas administrativos, como la operación del sistema.

7.4. ANALISIS DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Para el análisis del cumplimiento normativo de cada uno de los componentes se tuvo en cuenta una evaluación cualitativa dada por una Unidad de Cumplimiento Normativo (UCN), determinada por el producto de una Unidad de Importancia

(UIP) y el nivel de Cumplimiento Normativo (CN) de cada uno de los criterios establecidos, como se observa en la siguiente ecuación:

$$UCN = UIP * CN \quad (1)$$

UCN: Unidad de Cumplimiento Normativo

UIP: Parámetro de Unidades de Importancia de 1 a 100.

CN: Cumplimiento Normativo de 1 a 10 (en otras palabras, es el grado en que se cumple el criterio analizado).

El Parámetro de Unidades de Importancia (UIP) es fijado a priori, completando un total de 100 puntos, distribuidos en los criterios por componentes por el grupo responsable del proyecto.

El valor de Cumplimiento Normativo (CN), se estableció en una escala de 1 a 10, donde 10 representa el cumplimiento del criterio analizado, 1 el incumplimiento de este y 5 si no se tiene información.

En la matriz de cumplimiento se muestra los criterios a evaluar por cada componente, seguido a esto, se encuentran las columnas denominadas IUP, CN y UCN, respectivamente como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Cumplimiento normativo.*

COMPONENTE	CRITERIO	UIP	CN	UCN
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	Periodo de diseño de 25 años	3	5	15
	Los elementos que conforman los componentes del sistema, utilizan el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS adoptado por Colombia.	2	1	2
	Se cuenta con catastro de redes actualizado, incluyendo tuberías existentes, válvulas e hidrantes.	3	1	3
	Cuenta con el cálculo de la dotación bruta para el diseño de los componentes del sistema de acueducto.	3	1	3
	El porcentaje de pérdidas técnicas máximas no superan el 25%	3	5	15
	El K1 no supera 1,3 y el factor K2 no supera 1,6.	2	5	10
	El valor de dotación neta se encuentra entre 20 L/hab*día y 200 L/hab*día, diferenciando el volumen para atender las necesidades del consumo humano, actividades domésticas.	3	5	15

CAPTACIÓN	Para la elección de la fuente superficial se tuvo en cuenta requisitos hidrogeológicos como análisis de precipitación, escorrentía superficial, infiltración, evaporación, evapotranspiración, caudales, niveles, intensidad, dirección de los vientos y temperaturas.	3	1	3
	Las captaciones se ubican en tramos rectos del cauce, o en la orilla externa de una curva.	2	1	2
	Existe información de modelos hidrológicos en la cuenca de influencia del proyecto (formaciones geológicas, zona de recarga y descarga de la cuenca, hidráulica, calidad del agua y áreas de protección del pozo).	3	1	3
	Existen dispositivos de rejillas y cribado para evitar el ingreso de objetos gruesos.	2	1	2
	La captación cuenta con elementos de control para devolver excesos de agua captados al cauce para evitar el ingreso de caudales mayores al ingreso al sistema de aducción.	3	5	15
ADUCCIÓN / CONDUCCIÓN	Los sistemas de conducción y aducción cuentan con un cálculo hidráulico que contemple condiciones operativas o de expansión.	3	1	3
	Tiene sitios de salida para mediciones piezométricas y de caudal.	3	5	15
	La línea desde la captación hasta la red de distribución es lo más corto posible, se evitan zonas de deslizamiento e inundaciones.	2	10	20
	La velocidad mínima es de 0,5 m/s.	3	5	15
	La velocidad máxima no supera los límites de velocidad recomendados para el material del ducto.	3	1	3
	La presión es menor a la recomendada por el fabricante del ducto.	3	10	30
	Los sitios de mediciones se localizan al inicio y al final en intervalos de máximo 1500 (Es el caso, cuando la longitud de la tubería es mayor que 2000 m).	2	1	2
	Se garantiza una presión dinámica mínima de 5 m en los puntos topográficos más elevados (Se toma como referencia la cota clave del ducto).	3	5	15
	Se proyectaron las líneas de aducción o conducción garantizando una presión dinámica en las viviendas superior a 5 m.c.a.	3	5	15

TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Funcionan hidráulicamente con esquema de mezcla tipo FIFO (lo primero que entra es lo primero que sale).	2	10	20
	Tiene un borde libre de mínimo 0,3 m.	3	10	30
	La tubería de salida se ubica de tal manera que para niveles mínimos de operación no se generen vórtices, no entrada de aire a la red, ni se permita suspensión de sedimentos.	3	10	30
	Todos los tanques cuentan con una pendiente en el fondo que facilita la evacuación de los lodos y las labores de limpieza.	2	10	20
	El terreno en donde se encuentran construidos los tanques de almacenamiento cuenta con un sistema de drenaje.	3	10	30
	La capacidad de almacenamiento es igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día máximo de consumo.	3	10	30
	Se cuenta con el volumen útil de los tanques	3	10	30
REDES DE DISTRIBUCIÓN	Se cuenta con un modelo hidráulico calibrado y validado con base a las series disponibles de presión, caudal y niveles.	3	1	3
	Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de otras redes de servicio públicos es de 1 m en dirección horizontal y 0,3 m en dirección vertical, medidos entre las superficies externas de los conductos.	3	10	30
	La presión estática máxima es de 50 m.c.a.	3	5	15
	El área de presión estática superior corresponde al 10% del área de la zona de presión y no sobrepasa 55 m.c.a.; o hasta el 5% del área de la zona de presión y no sobrepasa una presión de 60 m.c.a.	3	5	15
	El diámetro mínimo no es inferior a 50 mm.	3	10	30
	Cuenta con válvulas de cierre para interconectar tres o más tramos.	3	10	30
	Cuenta con válvulas de cierre en todas las conexiones de los sectores hidráulicos.	3	10	30
	Cuenta con válvula de mariposa en tubería con diámetro superior a 350 mm.	3	5	15
TOTAL		100	564	

Fuente. Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 2, se realiza la sumatoria de la columna UIP, dando como resultado los 100 puntos de la distribución con respecto a la importancia. Por otro lado, se realiza la sumatoria de los valores dados del cumplimiento del criterio empleando la fórmula 1, obteniendo así, un resultado global de 564 puntos.

Tabla 3. *Estado cualitativo de cumplimiento.*

ESTADO	MIN	MAX
MUY BUENO	801	1000
BUENO	601	800
REGULAR	401	600
MALO	201	400
MUY MALO	0	200

Fuente. Elaboración propia

Con el fin de interpretar este resultado, se emplea una calificación cualitativa, como se muestra en la tabla 3, dando como resultado un estado REGULAR sobre el funcionamiento actual de sistema de abastecimiento. Este resultado, igualmente es justificado con lo visto previamente en el capítulo del diagnóstico técnico efectuado.

7.5. CONCLUSIONES GENERALES DEL DIAGNÓSTICO

A través de la visita técnica realizada, se evidenció el estado regular en el que encuentran los diferentes componentes que conforman el mismo. En cuanto a las infraestructuras, en su mayoría, existe presencia de hongos, humedad y grietas. Lamentablemente, no existen los recursos, ni económicos ni de personal, para brindar un mejoramiento de la calidad del suministro del servicio por medio de mantenimientos periódicos. Se evidenció igualmente, que la base de los problemas presentados con respecto a lo mencionado anteriormente, se debe a la falta de apoyo por parte de la comunidad, ya que ellos no conocen la importancia de contar con el servicio de agua potable las 24 horas al día. Por el contrario, la comunidad cree que realizar la inversión para el mantenimiento del sistema, representaría una pérdida o robo por parte de quienes actualmente están manejando el suministro. Igualmente, se han presentado desviaciones a lo largo de la red de distribución por parte de diferentes habitantes, evadiendo el pago del servicio, y usando el agua para el riego de plantaciones de demás.

Se hace necesaria la implementación de un sistema de tratamiento, hace falta medidores, y lo más importante, es fundamental intervenir en la fuente de abastecimiento del sistema, ya que, si no existe disponibilidad del recurso, será imposible suministrar el recurso continuamente a los habitantes de la vereda.

8. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

8.1. SITUACIÓN ACTUAL

Con el fin de realizar el planteamiento de alternativas con base a los resultados obtenidos a partir del diagnóstico técnico y lo visto en las visitas a la vereda, buscando la mejor solución para la población, es necesario partir desde un punto inicial contextualizando sobre las condiciones que predominan en la vereda, y cómo éstas a su vez, están afectando directamente la calidad de vida de la población en cuanto al acceso al recurso de agua potable, resaltando tanto la calidad como la continuidad.

Dado lo anterior, se lograron identificar ciertos puntos que no se encuentran funcionando correctamente, o que simplemente desde la construcción del sistema de abastecimiento no se tuvieron en cuenta, y, por lo tanto, hoy en día, no cumplen con lo reglamentado en la ley.

Como bien se mencionó en el diagnóstico técnico realizado sobre el sistema de abastecimiento Guatancuy, las primeras obras del mismo iniciaron aproximadamente hacia el año 1992. En un inicio, fue gracias a los mismos habitantes de la vereda que se logró trazar a lo largo de la misma las tuberías suficientes para llevar el agua desde su captación hasta las viviendas. Poco a poco el sistema se fue tecnificando, se realizó el cambio de las mangueras por tubería en PVC, se fueron instalando válvulas y registros. Gracias a la junta de acción comunal de la vereda, se logró adquirir una PTAP, la cual contaba con filtros, esta operó hasta el año 2008, y fue abandonada debido a la falta de recursos para llevar a cabo los respectivos mantenimientos y demás requerimientos de la misma. Con la llegada del más reciente equipo de la JAC, se ha venido trabajando fuertemente en la modificación, actualización y recuperación de todos los componentes del sistema de abastecimiento actual.

Sin embargo, los problemas que afectan el funcionamiento del sistema siempre han estado muy presentes. El mayor de ellos es la disponibilidad del recurso en la fuente de captación; este es insuficiente en todas las épocas del año, por lo que no cubre las necesidades de la población.

Por otro lado, se encuentra el problema derivado por no contar con un servicio de agua potable para el consumo. Como ya se mencionó, el sistema de abastecimiento no cuenta con una PTAP al día de hoy, por lo que el agua que es captada desde la fuente, únicamente es conducida hasta los suscriptores sin recibir un tratamiento previo.

Cuando hay disponibilidad del recurso los habitantes la almacenan en tanques para ser hervida para su posterior consumo. Esta es una problemática que debe ser tratada urgentemente ya que la calidad de agua es indispensable para asegurar el bienestar de la población.

Teniendo en cuenta que los dos puntos mencionados anteriormente son los más críticos y se deben tener en cuenta como prioridad a la hora de optimizar el sistema, por otro lado, se encontraron otros problemas menores que igualmente deben ser intervenidos o solucionados con el fin de maximizar el sistema. Estos se mencionan a continuación.

Actualmente no se cuenta con un catastro de redes, herramienta fundamental para la operación y mantenimiento del sistema, no existe información de modelos hidrológicos, no se realiza medición de los caudales en ninguna parte del sistema, no se cuenta con dispositivos de medición como manómetros.

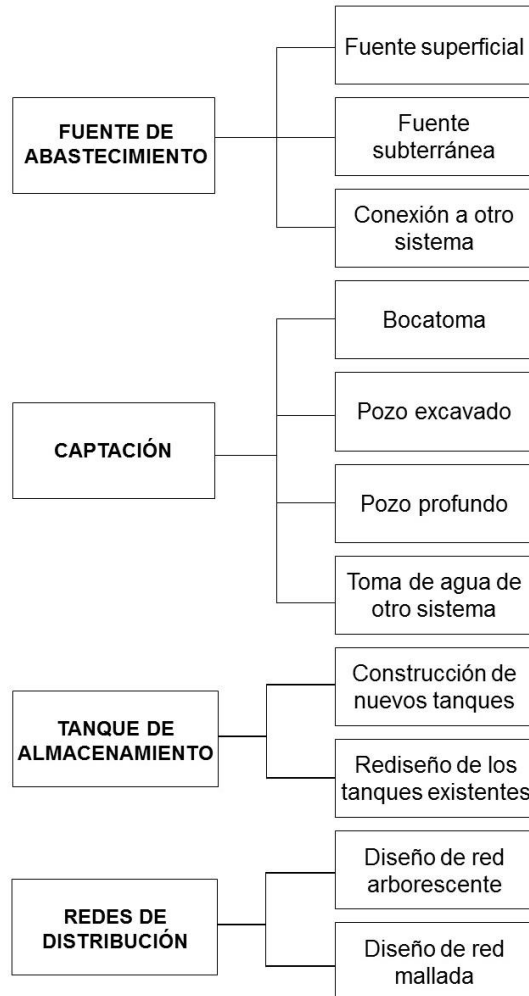
Cabe resaltar que, actualmente el cobro que se realiza por parte de los operadores del sistema de abastecimiento es de \$8.000 sin tener en cuenta el consumo por suscriptor, es decir, sin importar el gasto de agua, siempre se pagará la misma tarifa, pese a esto, la población no realiza el pago, por lo que ha sido muy difícil realizar labores de mantenimiento sobre el sistema, ya que los recursos son escasos. A pesar de que el dinero del cobro del servicio es invertirlo para el mismo sistema, algunos habitantes se imponen al mejoramiento del mismo, ya que piensan que el cobro del servicio aumentaría.

8.2. FACTORES DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

El análisis de alternativas consiste en identificar las posibles soluciones del problema abordado por el proyecto. Permite identificar los medios posibles para la solución del problema y seleccionar aquellos que resulten más adecuados para el logro del objetivo del proyecto [18].

A partir de los componentes del sistema de abastecimiento, se formulan las posibles alternativas para su posterior evaluación con el fin de seleccionar la más conveniente con el proyecto. El planteamiento de las alternativas se muestra en la figura 6.

Figura 6. Planteamiento de las alternativas según componente



Fuente. Elaboración propia.

Fuente de abastecimiento: Con base a lo visto en el diagnóstico, se desestima la fuente de abastecimiento superficial, ya que no cuenta con la capacidad necesaria para abastecer por completo el sistema e igualmente viéndose afectada por las condiciones climáticas de la zona.

Por su parte, la fuente subterránea se toma en cuenta como alternativa gracias a su potencial de disponibilidad del recurso al contar con reservas del mismo. Además, se evaluará la posibilidad de conexión a otro sistema por tubería, ya que en la misma vereda existe otro sistema de abastecimiento funcionando en una menor cobertura.

Captación: Debido a que se descarta el tipo de fuente superficial, se desestima directamente la posibilidad de una obra de captación de bocatoma, esto debido a la relación que guardan entre sí.

En cuanto al pozo excavado, se conoce que, “cuentan con una profundidad entre los 3,5 y 10 metros, lo que puede ocasionar contaminación del mismo” [6], además de que la zona registra características de potencial hídrica subterráneo a partir de los 14 metros en adelante, por lo que esta opción se descarta.

Por su parte, el pozo profundo, “puede superar los 150 metros de profundidad, siendo este tipo de pozo el más adecuado para el suministro de agua” [6], manteniendo una mejor calidad de la misma y asegurando la disponibilidad del recurso, además de, a diferencia del pozo excavado, “este tipo de pozo puede atravesar cualquier tipo de formación geológica” [6].

En cuanto a la toma de agua de otro sistema, igualmente se tendrá en cuenta en la evaluación de alternativas, ya que guarda relación con la fuente de abastecimiento del tipo conexión a otro sistema por tubería.

Almacenamiento: Al contar con una excelente infraestructura de almacenamiento actualmente, se descarta la alternativa de nuevos tanques, y se le da posterior prioridad al rediseño de los mismos, teniendo en cuenta las características y parámetros del sistema en general.

Redes de distribución: De acuerdo a las características de distribución espacial de la población, contar con una red mallada no cumpliría y no se adaptaría a la realidad con la que cuenta el sistema. Es por esto que se toma como alternativa el diseño de una red arborescente con sus relevancias técnicas.

8.3. FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS

Con base a los factores de selección, se plantean cuatro escenarios de alternativas diferentes, alternando entre sí, las diferentes opciones por cada componente, buscando obtener la mejor alternativa que beneficie a la totalidad del sistema, como se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. *Formulación de alternativas*

COMPONENTE	ALTERNATIVAS			
	1	2	3	4
Fuente de abastecimiento	Conexión a otro sistema por tubería	Conexión a otro sistema por tubería	Subterránea	Subterránea

Captación	Toma de agua de otro sistema	Toma de agua de otro sistema	Pozo profundo	Pozo profundo
Almacenamiento	Rediseño de tanques existentes	Rediseño de tanques existentes	Rediseño de tanques existentes	Rediseño de tanques existentes
Red de distribución	Diseño de red arborescente	Diseño de red arborescente	Diseño de red arborescente	Diseño de red arborescente

Fuente. Elaboración propia

Con el fin de evaluar de manera más práctica y realista los escenarios de alternativas planteados, se realiza una búsqueda de información determinando las ventajas y desventajas de cada alternativa por componente para su posterior evaluación (tabla 5).

Tabla 5. Ventajas y desventajas de las alternativas propuestas por componente

COMPONENTE	ALTERNATIVAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
FUENTE DE ABASTECIMIENTO /OBRAS DE CAPTACIÓN	Conexión a otro sistema por tubería / Toma de agua de otro sistema	- Infraestructura existente	- Dependencia de factores externos a la vereda. - Alto nivel de mantenimiento. - Alta conducción del recurso (longitudes de red muy largas, contaminación, pérdidas)
	Subterránea / pozo profundo	- Calidad de recurso. - Disponibilidad del recurso. - Es posible captar agua sin su tratamiento posterior	- Alto costo inicial

Fuente. Elaboración propia

8.4. ANÁLISIS MULTICRITERIO

La selección de alternativas se efectuará utilizando el método de “promedio ponderado de las alternativas”, donde se genera una evaluación cuantitativa en función de los criterios viabilidad técnica, viabilidad económica, impacto ambiental e impacto social. La ponderación de los criterios fue asignada teniendo como referencia el análisis de alternativas de fuentes consultadas [19], [20], A continuación, se muestra el criterio y su respectiva ponderación para la evaluación de las alternativas del presente proyecto.

Tabla 6. *Peso relativo según criterio.*

CRITERIO	PESO RELATIVO
Viabilidad técnica	40
Viabilidad económica	30
Impacto ambiental	20
Impacto social	10

Fuente. Elaboración propia

Cada criterio tendrá un peso relativo asociado al alcance de cada alternativa, con el fin de seleccionar aquella solución que más se adapte a la realidad con la que cuenta el sistema. La asignación de cada peso se describe a continuación:

Viabilidad técnica: La viabilidad técnica se cuantifica en la medida en que sea posible ejecutar la obra, teniendo en cuenta recursos tecnológicos, posibilidades físicas, disponibilidad de materiales y demás elementos que favorezcan el funcionamiento del sistema. Es por esto que se le asignara el mayor peso con un 40%.

Viabilidad económica: La implementación de la alternativa depende de los costos asociados, tanto a la disponibilidad de recursos como para la operación y el mantenimiento. Es por esta razón que se busca un sistema que sea accesible y que al mismo tiempo satisfaga las necesidades del sistema. Por esta razón es el segundo criterio con mayor peso, asignando un valor del 30%.

Impacto ambiental: El diseño del sistema debe tener en cuenta el análisis de factores que permitan la armonización de la ejecución del proyecto con el medio ambiente. Es por esto que este criterio busca identificar la forma en las actividades del proyecto puedan impactar los diferentes componentes del medio. Cada

resaltar que siempre se buscara preservar el estado del ambiente. Dado esto se le asignara un peso de 20%.

Impacto social: En este criterio se resalta la importancia de la interacción de la comunidad con el desarrollado de la obra. Igualmente, el impacto social se cuantifica en la medida en cómo se ve beneficiada la población al evidenciar un cambio o mejora en el problema existente con respecto a la ejecución de una obra en pro de la misma. Este criterio tiene una valoración de 10%.

Por otro lado, se presenta de manera específica la evaluación de cada alternativa teniendo en cuenta los criterios anteriormente establecidos, así como el peso relativo para cada uno de los criterios. Estas serán calificadas con valores entre 1 a 10, siendo 1 lo que no satisface lo deseado y 10 lo que satisface completamente.

Esta calificación fue asignada igualmente por el grupo de trabajo, en conjunto con los actores involucrados del sistema.

Tabla 7. *Análisis de alternativas.*

CRITERIOS DE SELECCIÓN	PESO RELATIVO	ALTERNATIVAS			
		1	2	3	4
Viabilidad técnica	40%	4	5	9	7
Viabilidad económica	30%	5	5	4	5
Impacto ambiental	20%	5	6	6	5
Impacto social	10%	6	5	7	6
PONDERADO		4,7	5,2	6,7	5,9

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con los resultados del análisis de alternativas observados en la tabla 7, la ponderación más alta fue de 6,7 siendo la alternativa 3 la más viable de analizar y optimizar. Donde se propone una fuente de abastecimiento de tipo subterránea, con una captación por pozo profundo, además del rediseño de los tanques existentes y un diseño de red de distribución arborescente.

9. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

9.1. NIVEL DE COMPLEJIDAD

Teniendo en cuenta la normativa actual del sector de agua potable y saneamiento básico para el territorio nacional, se han determinado niveles de complejidad para el diseño del acueducto. Estos niveles se clasifican en Alto, Medio alto, Medio y Bajo, y depende del número de habitantes de la zona del municipio, su capacidad económica y el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto. La asignación del nivel de complejidad se muestra a continuación.

Tabla 8. *Asignación del nivel de complejidad.*

NIVEL DE COMPLEJIDAD	POBLACIÓN EN LA ZONA (Hab)
Bajo	< 2500
Medio	2501 a 12500
Medio Alto	12501 a 60000
Alto	>60000

Fuente. [4] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Resolución 0330. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, Colombia: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Jun 8, 2017.

Cabe resaltar que, el Sistema de abastecimiento Guatancuy suministra el servicio a los sectores de Guatancuy bajo, Escuela Guatancuy y Sector la inspección, pertenecientes a la vereda Guatancuy; Por su parte, la población restante, se beneficia del Sistema de Acueducto ASOCEDRO, quien, a su vez, abastece tanto al área restante de la vereda y a la vereda El Cedro.

Dado lo anterior, el sistema de abastecimiento Guatancuy, proporciona el recurso a 235 usuarios. De esta manera, con base a la información de las características de la población y la capacidad económica de los usuarios, se evidencia que la vereda Guatancuy cuenta con un nivel de complejidad Bajo.

Para establecer el método de cálculo adecuado de la proyección de la población para los usuarios que son abastecidos por el sistema, con respecto al nivel de complejidad determinado anteriormente, según la normativa del sector de agua potable y saneamiento básico, se establecen los métodos aritmético, geométrico y exponencial.

Tabla 9. Método para emplear según el nivel del sistema.

MÉTODO	NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA			
	Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Aritmético, geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético + Geométrico + Exponencial + Otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar necesidades.			X	X

Fuente. [4] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Resolución 0330. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, Colombia: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Jun 8, 2017.

9.2. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

“La determinación del número de habitantes para los cuales se realiza el diseño del acueducto, representa un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para la comunidad” [6]. Para esto, se tomó información del operador del sistema de abastecimiento para los años 2018, 2019 y 2020. La población es proyectada para un periodo de 25 años partiendo del año actual 2021, de acuerdo a la resolución 0330 de 2017. Siendo así, se tiene la siguiente información inicial.

Tabla 10. Número de habitantes del sector por año.

AÑO	NÚMERO DE HABITANTES
2018	970
2019	988
2020	1002

Fuente. [14] Alcaldía Municipal Villa de San Diego de Ubaté, Plan de Ordenamiento Territorial Villa de San Diego de Ubaté, Ubaté, Colombia: Alcaldía Municipal Villa de San Diego de Ubaté, 2016.

9.2.1. Método aritmético

Este método se basa en el hecho de que “la variación de la población con respecto al tiempo es constante e independiente de que tan prolongado sea éste, es decir, las tasas de crecimiento poblacional son constantes” [21]. Además, “puede ser aplicado a comunidades pequeñas, como zonas rurales, cuyo crecimiento se puede considerar estabilizado, con poca o ningún área de expansión” [21]. Para el cálculo de la población futura se emplean las siguientes fórmulas.

Para la tasa de crecimiento de la población se tiene:

$$r = \frac{pf - po}{tf - to} \quad (2)$$

Para el cálculo de la población se tiene:

$$Pf = Po + r * (Tf - To) \quad (3)$$

Donde,

pf Población futura o proyectada [hab].

po : Población presente [hab].

tf : Tiempo de censo próximo [años].

to : Tiempo de censo actual [años].

r : Tasa de cambio de la población. Para este método es un valor constante.

A continuación, se muestra el procedimiento para hallar la población para el año 2021. Se repite el mismo procedimiento respectivamente, y los resultados generales se muestran en la tabla 7.

El cálculo de la tasa de crecimiento de la población, se mantiene constante para cada año proyectado. Se halló la tasa de crecimiento teniendo en cuenta la información suministrada para los tres años, como se muestra a continuación. El valor que se toma para realizar el cálculo de la proyección de la población, es el promedio de las dos tasas calculadas.

2018 - 2019

$$r = \frac{988 - 970}{2019 - 2018}$$
$$r = 18$$

2019 - 2020

$$r = \frac{1002 - 988}{2020 - 2019}$$
$$r = 14$$

Promedio tasa de crecimiento

$$r = \frac{18 + 14}{2}$$
$$r = 16$$

El cálculo de la proyección varía según el año proyectado, a continuación, se muestra el cálculo para el primer año, este proceso se repite para cada año proyectado.

$$Pf = 1002 + 16 * (2021 - 2020)$$

$$Pf = 1018 \text{ hab}$$

Se obtiene así, los siguientes resultados para los años proyectados.

Tabla 11. *Proyección de habitantes método aritmético.*

AÑO PROYECTADO	NÚMERO DE HABITANTES	AÑO PROYECTADO	NÚMERO DE HABITANTES
2021	1018	2034	1226
2022	1034	2035	1242
2023	1050	2036	1258
2024	1066	2037	1274
2025	1082	2038	1290
2026	1098	2039	1306
2027	1114	2040	1322

2028	1130	2041	1338
2029	1146	2042	1354
2030	1162	2043	1370
2031	1178	2044	1386
2032	1194	2045	1402
2033	1210	2046	1418

Fuente. Elaboración propia

9.2.2. Método geométrico

Este método supone que “la tasa de incremento es proporcional a la población. Es decir que, el crecimiento por unidad de tiempo es proporcional en cada lapso de tiempo” [21]. El uso de este método es recomendable para poblaciones que se encuentran en pleno desarrollo. Para el desarrollo del método, se emplean las siguientes fórmulas.

Para el cálculo de la tasa de crecimiento anual para el método geométrico se utiliza la siguiente fórmula:

$$r = \left[\left(\frac{Puc}{Pci} \right)^{\frac{1}{Tuc - Tci}} \right] - 1 \quad (4)$$

Donde,

Puc: Población último censo [hab]

Pci: Población censo inicial [hab]

Tuc: Tiempo último censo [años]

Tci: Tiempo de censo inicial [años]

r: Tasa de crecimiento geométrico [%]

Para el cálculo de la proyección de la población, se emplea la siguiente fórmula:

$$Pf = Puc * (1 + r)^{(Tf - Tuc)} \quad (5)$$

Donde,

Puc: Población último censo [hab]

r: Tasa de crecimiento geométrico [%]

Tuc: Tiempo último censo [años]

Tci: Tiempo de censo inicial [años]

Dado lo anterior, se procede a calcular la tasa de crecimiento teniendo en cuenta los censos de los tres años, como se muestra a continuación. El valor que se toma para realizar el cálculo de la proyección de la población, es el promedio de las dos tasas calculadas.

2018 – 2019

$$r = \left[\left(\frac{988}{970} \right)^{\frac{1}{2019-2018}} \right] - 1$$

$r = 0,01855$

2019 – 2020

$$r = \left[\left(\frac{1002}{988} \right)^{\frac{1}{2020-2019}} \right] - 1$$

$r = 0,01417$

Promedio tasa de crecimiento

$$r = \frac{0,01855 + 0,01417}{2}$$

$r = 0,01636$

A continuación, se muestra el cálculo de la proyección de la población para el año 2021, y se realiza de la misma forma para todos los años en el futuro respectivamente.

$$Pf = 1002 * (1 + 0,01636)^{2021-2020}$$

$Pf = 1018 \text{ hab}$

Se obtiene así, los siguientes resultados para los años proyectados.

Tabla 12. *Proyección de habitantes método geométrico.*

AÑO PROYECTADO	NÚMERO DE HABITANTES	AÑO PROYECTADO	NÚMERO DE HABITANTES
2021	1018	2034	1258
2022	1035	2035	1278
2023	1052	2036	1299
2024	1069	2037	1320
2025	1087	2038	1342
2026	1104	2039	1364
2027	1123	2040	1386
2028	1141	2041	1409
2029	1160	2042	1432
2030	1179	2043	1455
2031	1198	2044	1479
2032	1217	2045	1503
2033	1237	2046	1528

Fuente. Elaboración propia

9.2.3. Método exponencial

El método exponencial muestra un patrón de crecimiento constante y rápido de la población. Es apropiado para proyecciones a corto plazo para regiones de rápido crecimiento [23].

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se emplea la siguiente fórmula

$$k = \frac{\ln P_{uc} - \ln P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \quad (6)$$

Donde,

P_{uc} : Población último censo [hab]

P_{ci} : Población último censo [hab]

T_{uc} : Tiempo último censo [años]

T_{ci} : Tiempo de censo inicial [años]

Para el cálculo de la proyección de la población, se emplea la siguiente fórmula:

$$Pf = P_{uc} * e^{(k(T_f - T_{uc}))} \quad (7)$$

Donde,

P_{uc} : Población último censo [hab]

T_f : Tiempo proyectado [años]

T_{uc} : Tiempo último censo [años]

k : Tasa poblacional

Dado lo anterior, se procede a hallar la tasa de crecimiento de la población, teniendo en cuenta los censos de los tres años, como se muestra a continuación. El valor que se toma para realizar el cálculo de la proyección de la población, es el promedio de las dos tasas calculadas.

2018 – 2019

$$k = \frac{\ln(988) - \ln(970)}{2019 - 2018}$$
$$k = 0,01838$$

2019 – 2020

$$k = \frac{\ln(1002) - \ln(988)}{2020 - 2019}$$
$$k = 0,01407$$

Promedio tasa de crecimiento

$$r = \frac{0,01838 + 0,01407}{2}$$
$$r = 0,01622$$

A continuación, se muestra el cálculo de la proyección de la población para el año 2021, y se realiza de la misma forma para todos los años en el futuro respectivamente.

$$Pf = 1002 * e^{(0,01622(2021-2020))}$$

$$Pf = 1018 \text{ hab}$$

Se obtiene así, los siguientes resultados para los años proyectados.

Tabla 13. *Proyección de habitantes método exponencial.*

AÑO PROYECTADO	NÚMERO DE HABITANTES	AÑO PROYECTADO	NÚMERO DE HABITANTES
2021	1018	2034	1258
2022	1035	2035	1278
2023	1052	2036	1299
2024	1069	2037	1320
2025	1087	2038	1342
2026	1104	2039	1364
2027	1123	2040	1386
2028	1141	2041	1409
2029	1160	2042	1432
2030	1179	2043	1455
2031	1198	2044	1479
2032	1217	2045	1503
2033	1237	2046	1528

Fuente. Elaboración propia

9.3. RESULTADOS DE LA PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

A continuación, se muestra los resultados obtenidos de las proyecciones realizadas con los tres diferentes métodos, igualmente se realiza el promedio para estas (tabla 14).

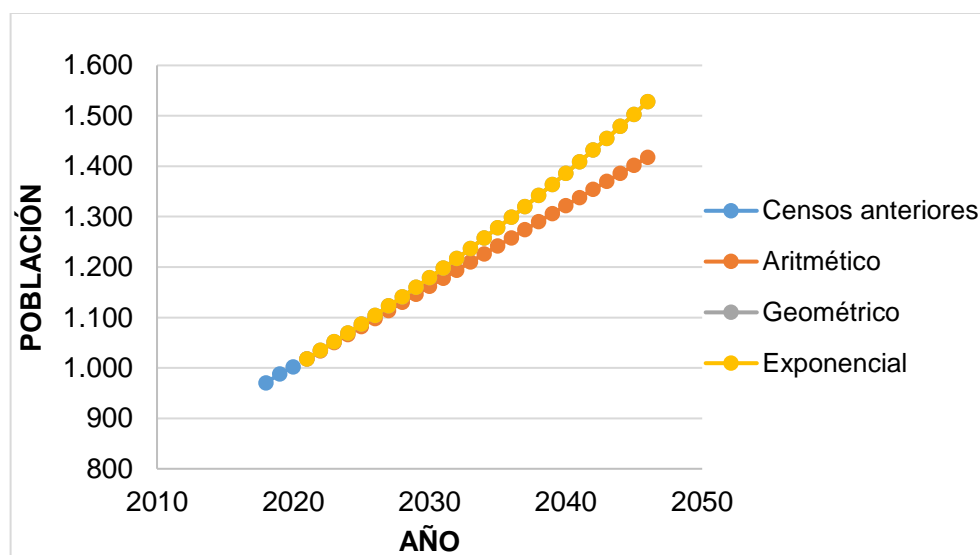
Tabla 14. *Resumen proyección de la población.*

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN (HAB)				
AÑO PROYECTADO	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	EXPONENCIAL	PROMEDIO
2021	1018	1018	1018	1018
2022	1034	1035	1035	1035
2023	1050	1052	1052	1051
2024	1066	1069	1069	1068
2025	1082	1087	1087	1085

2026	1098	1104	1104	1102
2027	1114	1123	1123	1120
2028	1130	1141	1141	1137
2029	1146	1160	1160	1155
2030	1162	1179	1179	1173
2031	1178	1198	1198	1191
2032	1194	1217	1217	1209
2033	1210	1237	1237	1228
2034	1226	1258	1258	1247
2035	1242	1278	1278	1266
2036	1258	1299	1299	1285
2037	1274	1320	1320	1305
2038	1290	1342	1342	1325
2039	1306	1364	1364	1345
2040	1322	1386	1386	1365
2041	1338	1409	1409	1385
2042	1354	1432	1432	1406
2043	1370	1455	1455	1427
2044	1386	1479	1479	1448
2045	1402	1503	1503	1469
2046	1418	1528	1528	1492

Fuente. Elaboración propia

Figura 7. Estimación de las proyecciones.



Fuente. Elaboración propia

9.4. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

9.4.1. Dotación neta máxima

Con base a los criterios establecidos en la Resolución 0330 de 2017, la dotación neta máxima por habitante, se establece según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida y, en ningún caso, deberá superar los valores que se establecen a continuación.

Tabla 15. *Dotación neta máxima*

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
>2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente. [4] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Resolución 0330. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, Colombia: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Jun 8, 2017.

Dado lo anterior, y teniendo en cuenta que la vereda Guatancuy se encuentra geográficamente ubicada en una altura promedio de 2600 m.s.n.m, se establece una dotación neta máxima de 120 L/día.

9.4.2. Dotación bruta

La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman el sistema, se debe calcular con la fórmula que se muestra a continuación. Cabe resaltar que se toma como porcentaje de pérdidas del sistema 25%.

$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{(1-\%p)} \quad (8)$$

Donde,

D_{bruta} : Dotación bruta

d_{neta} : Dotación neta

$\%p$: Porcentaje de pérdidas técnicas máximas para diseño

Se obtiene:

$$D_{bruta} = \frac{120 \text{ l/día}}{(1 - 25\%)}$$
$$D_{bruta} = 160 \text{ L/hab} \cdot \text{día}$$

9.4.3. Caudal medio diario

Corresponde al promedio de los consumos diarios en un periodo de un año, se emplea la siguiente ecuación:

$$Qmd = \frac{\text{población} * D_{bruta}}{86400} \quad (9)$$

Donde,

Qmd : Caudal medio diario

D_{bruta} : Dotación bruta

Se obtiene:

$$Qmd = \frac{1492 \text{ hab} * 160 \text{ L/hab} \cdot \text{día}}{86400}$$
$$Qmd = 2,76 \frac{\text{L}}{\text{seg}}$$

9.4.4. Caudal máximo diario

Corresponde al consumo máximo durante 24 horas, observado en un periodo de un año. Para el cálculo, se multiplica el caudal medio diario hallado previamente por el coeficiente de consumo máximo diario k_1 ; Según el RAS 2017, este coeficiente depende del número de habitantes de la población. Para poblaciones menores o iguales a 12500 habitantes, se emplea un coeficiente de 1,3.

$$QMD = Qmd * k_1 \quad (10)$$

Donde,

QMD : Caudal máximo diario

Qmd : Caudal medio diario

k_1 : Coeficiente de consumo máximo diario [1,3]

Se obtiene:

$$QMD = 2,76 \frac{L}{seg} * 1,3$$

$$QMD = 3,59 \frac{L}{seg}$$

9.4.5. Caudal máximo horario

Consumo máximo registrado durante una hora en un periodo del año. Para su cálculo, se toma en cuenta el coeficiente de consumo máximo horario k_2 , el cual, según el RAS 2017, debe estar en un rango entre 1,3 y 1,7. Para efectos del presente cálculo, se toma como coeficiente de consumo 1,5.

$$QMH = QMD * k_2 \tag{11}$$

Donde,

QMH : Caudal máximo horario

QMD : Caudal máximo diario

k_2 : Coeficiente de consumo máximo horario [1,5]

Se obtiene:

$$QMH = 3,59 \frac{L}{seg} * 1,5$$

$$QMH = 5,39 \frac{L}{seg}$$

Con respecto a lo anterior, se muestra los resultados obtenidos para el cálculo de cada uno de los caudales.

Tabla 16. *Resumen cálculo de caudales.*

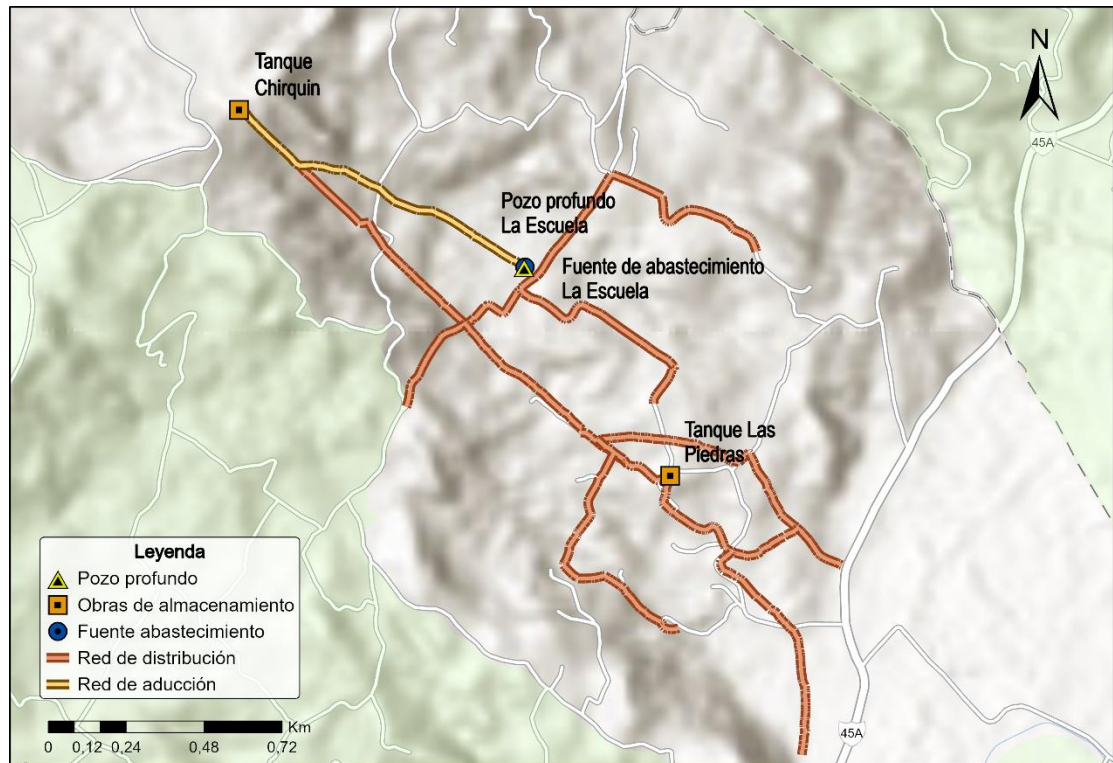
CÁLCULO DE CAUDALES			
Dotación bruta	D_{bruta}	160	L/hab*día
Caudal medio diario	Qmd	2,76	L/seg
Caudal máximo diario	QMD	3,59	L/seg
Caudal máximo horario	QMH	5,39	L/seg

Fuente. Elaboración propia

10. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN

A continuación, en la figura 8 se presenta la distribución de los componentes del sistema, de acuerdo a la propuesta de optimización realizada.

Figura 8. Componentes del sistema - propuesta de optimización.



Fuente. Elaboración propia

10.1. FUENTE DE ABASTECIMIENTO

10.1.1. Descripción de la fuente subterránea

Con base al estudio realizado en la vereda Guatancuy sobre la evaluación hidrogeológica para la solicitud de permiso de exploración de agua subterránea para realizar la obra del pozo profundo, se realizó la “prospección de aguas subterráneas el cual parte de un mapa hidrogeológico en el que se identifican las zonas propicias para la misma. Además, se considera un inventario de toda fuente de donde se extrae agua subterránea, con el objetivo de evaluar junto con los estudios geofísicos y la geología aspectos influyentes del agua subterránea para determinados acuíferos que presentan interés en la extracción del recurso hídrico” [24]. Se obtiene así, 2 puntos de agua para fuentes subterráneas, de los cuales

uno corresponde a un pozo profundo, el cual se encuentra específicamente en la escuela Guatancuy, en estado de abandono, por lo que no se conoce su profundidad y/o nivel de agua. El otro punto hace referencia a un manantial, formado a partir de un acuífero superficial que sus propiedades de porosidad y permeabilidad, permite que el agua fluya a superficie con un caudal permanente durante el año; cabe resaltar que esta fuente de agua se le realiza un proceso de limpieza periódico”. A continuación, se muestran los puntos inventariados.

Tabla 17. *Puntos inventariados del estudio hidrogeológico.*

PUNTO	CONSECUTIVO	TIPO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1	UBT_01_M	Manantial	1030249	1084021	2737
2	UBT_02_PZ	Pozo	1030516	1083948	2737

Fuente. [24] Consorcio GTC Geosoluciones, Estudios de caracterización geológico-geofísicos y complementarios para la elaboración de modelos hidrogeológicos conceptuales, prospección, abastecimiento y gestión del recurso hídrico subterráneo en municipios priorizados del departamento de Cundinamarca, Bogotá: Consorcio GTC Geosoluciones, 2018.

Por otro lado, a continuación, se muestran las propiedades físicas de los puntos de agua.

Tabla 18. *Parámetros fisicoquímicos del agua.*

TIPO	PROPIEDADES	CLASIFICACIÓN	VALOR
Físicas	Apariencia	-	Clara
	Color	Con color Incolora	Incolora
	Temperatura	°C	20,7 °C
Químicas	pH	< 3,5: Aguas con fuerte reacción ácida	6,2 - 8,5
		3,5 – 5,5: Agua con moderada reacción ácida	
		5,5 – 6,8: Aguas con ligera reacción ácida	
		6,8 – 7,2: Aguas con reacción neutra o alcalina	
		7,2 – 8,5: Aguas con moderada reacción alcalina	
> 9,5 aguas con fuerte reacción alcalina			
Conductividad	0 – 140 uS/cm: muy blanda 140 – 300 uS/cm: blanda	Blanda	

	300 – 500 uS/cm: ligeramente dura	
	500 – 640 uS/cm: moderadamente dura	
	640 – 840 uS/cm: dura	
	0 – 70 ppm: muy blanda	
	70 – 150 ppm: blanda	
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	150 – 250 ppm: ligeramente dura	Ligeramente dura
	250 – 320 ppm: moderadamente dura	
	320 – 420 ppm: dura	
	> 420 ppm: muy dura	

Fuente. [24] Consorcio GTC Geosoluciones, Estudios de caracterización geológico-geofísicos y complementarios para la elaboración de modelos hidrogeológicos conceptuales, prospección, abastecimiento y gestión del recurso hídrico subterráneo en municipios priorizados del departamento de Cundinamarca, Bogotá: Consorcio GTC Geosoluciones, 2018.

10.2. OBRA DE CAPTACIÓN (POZO PROFUNDO).

10.2.1. Descripción pozo profundo

Ante la evidente falta de recurso en la zona, a través de la captación superficial y sus obras de reservorio y bocatoma con las que cuenta el sistema, es necesario el cambio de captación.

Empresas Públicas de Cundinamarca – EPC, ha sido la encargada de llevar a cabo los estudios pertinentes para la captación de agua, a través de un pozo profundo en la vereda.

El desarrollo de la obra se basa en tres etapas, exploración, evaluación y exploración. En la actualidad, el estudio del pozo profundo en la vereda lleva un avance hasta la segunda etapa.

Para la primera etapa denominada exploración, con el fin de localizar el depósito del recurso, se lleva a cabo el método geofísico de resistividad eléctrica, el cual está precedido por la técnica de sondeo eléctrico vertical (SEV). Esta técnica permite estudiar las variaciones en el subsuelo de acuerdo a las propiedades físicas de una forma indirecta. “La resistividad eléctrica es la propiedad que poseen los diferentes tipos de materiales, artificiales o naturales, de oponerse al flujo de la corriente en presencia de un campo eléctrico. A través de los contrastes de los valores obtenidos de resistividad es posible diferenciar distintas clases de materiales existentes en el subsuelo como arcillas de arenas [24].

Por otra parte, en la segunda etapa se busca aplicar las mediciones en el terreno de los parámetros hidrogeológicos evaluando el caudal máximo de producción del acuífero, siendo para este caso de 3,5 l/s, de acuerdo a las necesidades de la vereda Guatancuy.

“Para el caso de la perforación deberá realizarse por el método de rotación, la cual se logra por la acción cortante, moledora y rotatoria de una broca, que rota y que se empuja contra el fondo del hoyo, con circulación directa de lodos bentónicos como fluido de perforación para extraer a la superficie el material de corte, refrigerar la broca, y darles estabilidad a las paredes del pozo, controlando la viscosidad y contenido de arena en el fluido de perforación” [24].

10.2.2. Diseño pozo profundo

Teniendo en cuenta la descripción anteriormente mencionada, el diseño del pozo contemplará:

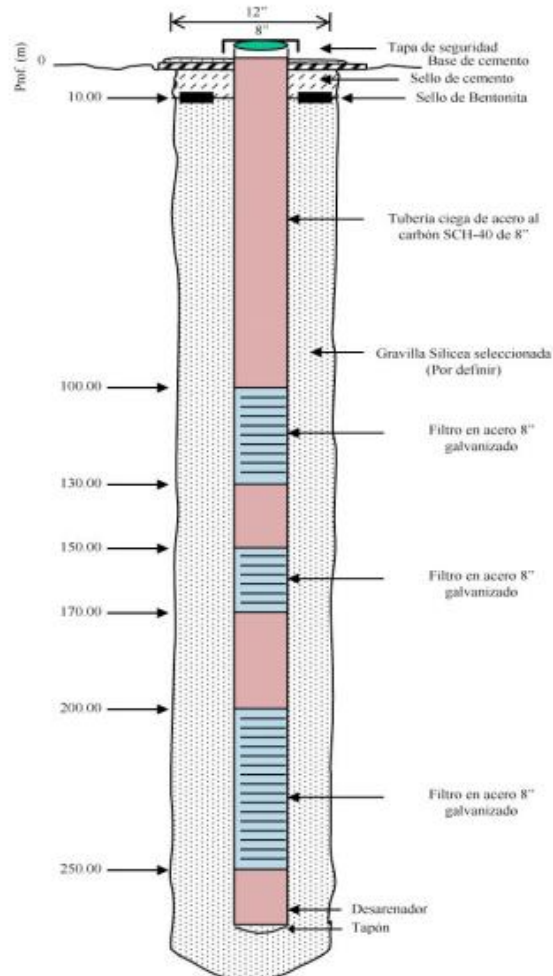
Tabla 19. *Diseño preliminar del pozo.*

Profundidad de perforación recomendada	270 m
Diámetros de perforación recomendada	8 ½” hasta 12 ¼”
Tubería de revestimiento	Tubería de acero al carbón SCH40.
Revestimiento del pozo	Tubería de 8”
Diámetro y localización de filtros	Los filtros deben ser en acero galvanizado de 8”, a una profundidad de 100m, 150m y a los 200m.
Exploración	Se proyecta realizar la exploración aplicando el método rotativo con circulación directa de lodos bentónicos como fluido de perforación.
Acuífero captado	Formaciones areniscas de Chiquinquirá.

Fuente. Elaboración propia

A continuación, en la figura 9 se muestra el prediseño del pozo:

Figura 9. *Diseño preliminar del pozo.*



Fuente. [24] Consorcio GTC Geosoluciones, Estudios de caracterización geológico-geofísicos y complementarios para la elaboración de modelos hidrogeológicos conceptuales, prospección, abastecimiento y gestión del recurso hídrico subterráneo en municipios priorizados del departamento de Cundinamarca, Bogotá: Consorcio GTC Geosoluciones, 2018.

10.3. ADUCCIÓN

“Para efectos del diseño del acueducto, el transporte de agua depende del tipo de agua que se transporta y de las condiciones hidráulicas en que se realiza el transporte” [6]. En este caso el transporte del agua que se toma del pozo profundo, será conducido por medio de una tubería de aducción, directamente a la parte alta de la vereda.

Desde el punto de vista hidráulico, el transporte de agua será impulsada por bombeo.

Para el diseño hidráulico de la tubería de aducción se tuvo en cuenta todos los parámetros establecidos en la Resolución 330 de 2017, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 20. *Datos iniciales para el diseño hidráulico de la red de aducción.*

Caudal Máximo Diario (QMD)	3,59 L/seg
Número de horas de bombeo al día	24
Longitud del tramo	1,1 km
Coefficiente tubería PVC	150
Cota de salida	2719,58 m
Cota tanque de llegada	2959,59 m

Fuente. Elaboración propia.

10.3.1. Caudal de diseño de aducción

Para determinar el caudal de diseño se tuvo en cuenta el número de horas de bombeo al día. De acuerdo a las pruebas realizadas en el pozo, se arroja un valor de 24 horas. Es por esto que, para este caso, el caudal de diseño estará dado por el caudal máximo diario. De acuerdo a las estimaciones realizadas en el capítulo 9.4, el caudal corresponde a:

$$Q_{diseño} = QMD = 3,59 \frac{L}{seg}$$

10.3.2. Cálculo diámetro teórico de bombeo

10.3.2.1. Tubería de impulsión

En virtud de la longitud de la conducción, se efectuó el estudio del diámetro más económico, tomando como criterio para su determinación la fórmula de Bresse. En este caso como las instalaciones se operan de manera continua, se determina teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$D = K\sqrt{Q} \tag{12}$$

Donde,

D: Diámetro de tubería, en metros

K: Coeficiente de Bresse. Valor entre 0,7 a 1,6. Tomando como valor 1,2.

Q: Caudal de diseño, en m³/seg

Según la ecuación de Bresse:

$$D_i = 1,2 \sqrt{0,00359 \text{ m}^3/\text{seg}}$$
$$D_i = 0,0712 \text{ m} = 2,83''$$

Tomando para este caso: $D_i = 2'' = 0,05449 \text{ m}$

Para la tubería de impulsión es recomendable que sus velocidades oscilen entre 0,5 m/s y 3 m/s de acuerdo a lo revisado en la literatura y a las especificaciones dadas por los fabricantes de tubería.

Por lo tanto, la velocidad se halla con la formula a continuación:

$$V_i = \frac{Q}{A} \tag{13}$$
$$V_i = \frac{0,00359 \text{ m}^3/\text{seg} * 4}{\pi * (0,05449\text{m})^2}$$

$$V_i = 1,54 \text{ m}/\text{seg}$$

Para mantener dentro de los valores normales la sobrepresión por golpe de ariete, es recomendable que la velocidad esté en el rango de 1 a 3 m/seg [6], estando el valor anterior (1,54 m/seg) dentro de lo recomendado. Cabe resaltar que también se evaluó la tubería de 3'', arrojando como resultado una velocidad fuera de rango de lo recomendado, por tal motivo, fue descartada.

10.3.3. Cálculo de la altura dinámica de elevación

La altura dinámica de elevación o carga dinámica total, es la presión real expresada en metros columna de agua (m.c.a.), contra la cual debe operar una bomba para elevar el caudal de agua hasta el nivel requerido [27]. Para su cálculo se tiene en cuenta: altura estática de impulsión, altura de fricción, altura de velocidad y altura de perdidas menores, como se presenta en la ecuación 14.

$$CDT = H_i + H_{fi} + H_{vd} + H_{mi} \tag{14}$$

Donde,

CDT : Altura dinámica de elevación o carga dinámica total, en metros.

H_i : Altura estática de impulsión, en metros.

H_{fi} : Altura de fricción de impulsión, en metros.

H_{mi} : Altura de pérdidas menores.

10.3.3.1. Altura estática de impulsión (H_i)

La altura estática de impulso es la diferencia entre el nivel de descarga de la bomba y el eje del rotor [6]. Cada uno de estos niveles en el presente estudio están a 2961,85 m y 2719,34 m respectivamente, teniendo como resultado una altura de 242,51 m.

$$H_i = 2961,85 \text{ m} - 2719,34 \text{ m}$$

$$H_i = 242,51 \text{ m}$$

10.3.3.2. Altura de fricción de impulsión (H_{fi})

Se refiere a la altura adicional que debe suministrarse para vencer las pérdidas por fricción en la tubería de impulsión. Esta se calculó por medio de la ecuación de pérdida de carga en tuberías cerradas a presión de Hazen- Williams [6] como se describe a continuación:

$$Q = 0,2785 * C * D^{2,63} * J^{0,54} \quad (15)$$

Donde,

Q : Caudal conducido, en litros/segundos.

C : Coeficiente de fricción de Hazen - Williams, en este caso como se trabaja con tubería de PVC, se toma un valor de 150 adimensional.

D : Diámetro interno de la tubería, en metros.

J : Pérdida de carga, en m/m.

$$0,00359 \text{ m}^3/\text{seg} = 0,2785 * 150 * (0,05449 \text{ m})^{2,63} * J^{0,54}$$

Al despejar la pérdida de carga total (J):

$$0,00359 = 0,01983488 * J^{0,54}$$

$$0,1801 = J^{0,54}$$

$$J = \sqrt[0,54]{0,1801}$$

$$J = 0,0422 \text{ m/m}$$

Considerando la longitud de la tubería de aducción, la cual es de 1100 m, las pérdidas por fricción en la impulsión corresponden a lo siguiente.

$$H_{fi} = 0,0422 \text{ m/m} * 1100 \text{ m}$$

$$H_{fi} = 46,42 \text{ m}$$

10.3.3.3. Altura de velocidad en la descarga (H_{vd})

Esta altura representa la energía cinética del fluido en cualquier punto del sistema [6]. Se calculó con la siguiente ecuación:

$$H_{vd} = \frac{V_i^2}{2g} \quad (16)$$

Donde,

H_{vd} : Altura de velocidad de descarga, en metros.

V_i : Velocidad impulsión, en m/s.

g : Gravedad, siendo 9,81 m/s².

Al reemplazar los datos se obtuvo:

$$H_{vd} = \frac{(1,54 \text{ m/seg})^2}{2 * 9,81 \text{ m/seg}^2}$$

$$H_{vd} = 0,12 \text{ m}$$

10.3.3.4. Altura de pérdidas menores

Es la altura de agua adicional para vencer las pérdidas debidas a los accesorios, tales como codos, válvulas y otros [6]. Pueden calcularse como un factor de la altura de la velocidad o como una longitud equivalente de tubería, siendo esta segunda opción la seleccionada en el presente estudio.

Con relación a los accesorios, se tuvo en cuenta los más importantes dentro de una línea de impulsión.

- Válvula de retención: Su función es permitir el paso del agua en la dirección del bombeo y evitar el flujo inverso [6].
- Válvula de cortina: Tiene por objetivo facilitar los trabajos de reparación y limpieza de la válvula de retención, entre otros [6].
- Codos de radio medio 90° (se tuvo en cuenta 4 unidades).

El valor de las pérdidas de cada uno de estos accesorios fue tomado del libro “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados”, estas alturas corresponden a pérdidas localizadas en longitudes equivalentes. A continuación, se muestran las pérdidas por accesorio.

Tabla 21. *Pérdidas de accesorios.*

Accesorio	Pérdidas (m)
Válvula de retención	6,4
Válvula de cortina	0,4
Codos de radio medio de 90°	5,6
Total	12,4

Fuente. [6] R. A. López Cualla, *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*, 5th ed., Bogotá D.C.: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2000.

Teniendo en cuenta la ecuación de Hazen – Williams, las pérdidas menores corresponden a:

$$Q = 0,2785 * C * D^{2,63} * J^{0,54} \quad (15)$$

$$0,00359 \text{ m}^3/\text{seg} = 0,2785 * 150 * (0,05449 \text{ m})^{2,63} * J^{0,54}$$

Al despejar la pérdida de carga total (J):

$$0,00359 = 0,01983488 * J^{0,54}$$

$$0,1801 = J^{0,54}$$

$$J = \sqrt[0,54]{0,1801}$$

$$J = 0,0422 \text{ m/m}$$

Teniendo en cuenta la sumatoria de las pérdidas por accesorios que se observan en la tabla 21, la altura por pérdidas menores corresponde a:

$$H_{mi} = 0,0422 \text{ m/m} * 12,4 \text{ m}$$

$$H_{mi} = 0,52 \text{ m}$$

Una vez determinada cada una de las pérdidas que interfieren en la línea de impulsión, se procedió a realizar la sumatoria de cada una de estas, con el fin de conocer la altura dinámica de elevación.

$$CDT = H_i + H_{fi} + H_{vd} + H_{mi}$$

$$CDT = 242,51\text{m} + 46,42 \text{ m} + 0,12 \text{ m} + 0,52 \text{ m}$$

$$CDT = 289,57 \text{ m}$$

10.3.4. Potencia del equipo de bombeo

Para el cálculo de la potencia de la bomba se utilizó la siguiente formula:

$$P_b = \frac{CDT * Q_d}{76 * e} \quad (17)$$

Donde,

P_b : Potencia del equipo de bombeo, en Hp.

CDT : Altura dinámica de elevación o carga dinámica total, en metros.

Q_d : Caudal de diseño, L/seg.

e : Eficiencia de la bomba, en % no menor a 60%.

$$P_b = \frac{289,57 \text{ m} * 3,59 \text{ l/seg}}{76 * 0,6}$$

$$P_b = 23 \text{ Hp}$$

10.4. TANQUE DE ALMACENAMIENTO

“La función básica del tanque es almacenar agua en los periodos en los cuales la demanda es menor que el suministro, de tal manera que en los periodos en los que la demanda sea mayor que el suministro se complete el déficit con el agua almacenada inicialmente” [6].

Actualmente, la vereda cuenta con dos tanques de almacenamiento, uno de ellos que abastece a la parte alta de la vereda, y el otro abastece a la parte baja en partes iguales. Dado esto, se mantendrá igual número de tanques, considerando además la posibilidad de que uno de ellos quede fuera de servicio y/o para facilitar las labores de mantenimiento y limpieza sin suspender el servicio. Siendo así, para abastecer a la totalidad de suscriptores del sistema, se considerarán dos tanques con periodo de diseño de 25 años, cada uno abasteciendo a una población de 746 habitantes, es decir que, el QMD para cada tanque será de 2,69 l/s o 232,42 m³/día.

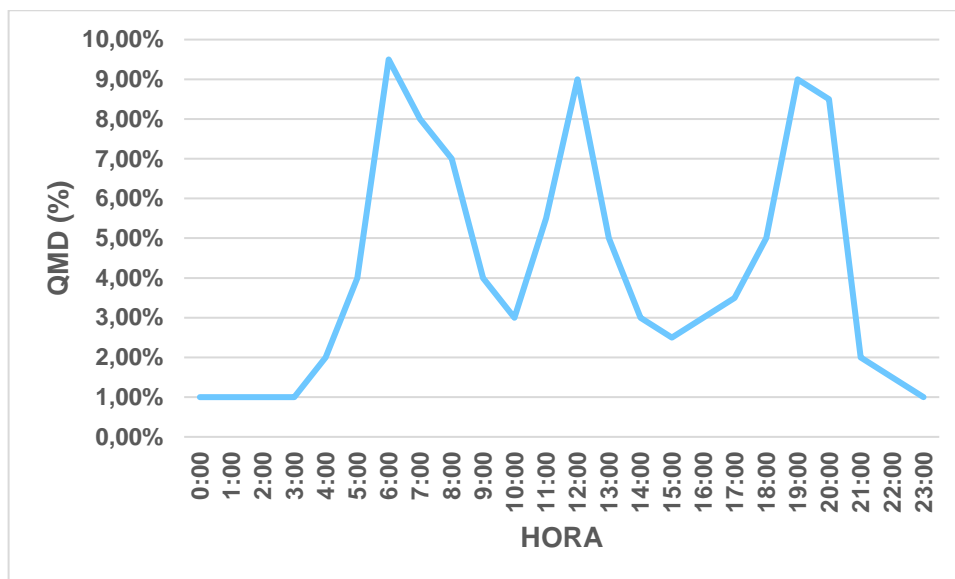
Según el artículo 81 del RAS 2017, se establece que, el volumen de diseño debe ser la mayor cantidad obtenida entre la capacidad de regulación y la capacidad de almacenamiento.

10.4.1. Cálculo del volumen del tanque

10.4.1.1. Capacidad del tanque de regulación

El volumen de almacenamiento de cada tanque, se calcula a partir del consumo de la población y su distribución horaria. Debido a que no se conoce esta información, se empleó la curva de distribución generada para la vereda Alto del Ramo del municipio de Chipaque, Cundinamarca [25], ya que cuenta con aspectos parecidos a la vereda Guatancuy en cuanto a altura, clima y población. A continuación, se muestra la distribución.

Figura 10. Distribución horaria consumo de la población.



Fuente. [25] G. A. Parrado Roza y M. E. Sandoval Chaparro, Optimización del diseño hidráulico del acueducto veredal del Alto del Ramo de Municipio de Chipaque, Cundinamarca, Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018.

A continuación, se muestra la determinación analítica y gráfica para la determinación del volumen para la regulación de la demanda para un suministro continuo de 24 horas, teniendo en cuenta que el volumen del tanque es la suma del déficit y del máximo exceso.

Tabla 22. Determinación analítica para la determinación del volumen de agua del tanque.

HORA (1)	C (%) (2)	ΣC (%) (3)	S (%) (4)	ΣS (%) (5)	$\Delta (S-C)$ (6)	$\Sigma \Delta (S-C)$ (7)	V (%) (8)
00:00 - 01:00	1,00	1,00	4,17	4,17	3,17	3,17	11,16
01:00 - 02:00	1,00	2,00	4,17	8,34	3,17	6,34	14,33
02:00 - 03:00	1,00	3,00	4,17	12,50	3,17	9,50	17,50
03:00 - 04:00	1,00	4,00	4,17	16,67	3,17	12,67	20,66
04:00 - 05:00	2,00	6,00	4,17	20,84	2,17	14,84	22,83
05:00 - 06:00	4,00	10,00	4,17	25,00	0,17	15,00	23,00
06:00 - 07:00	9,50	19,50	4,17	29,17	-5,33	9,67	17,66
07:00 - 08:00	8,00	27,50	4,17	33,34	-3,83	5,84	13,83
08:00 - 09:00	7,00	34,50	4,17	37,50	-2,83	3,00	11,00
09:00 - 10:00	4,00	38,50	4,17	41,67	0,17	3,17	11,16
10:00 - 11:00	3,00	41,50	4,17	45,84	1,17	4,34	12,33

11:00 - 12:00	5,50	47,00	4,17	50,00	-1,33	3,00	11,00
12:00 - 13:00	9,00	56,00	4,17	54,17	-4,83	-1,83	6,16
13:00 - 14:00	5,00	61,00	4,17	58,34	-0,83	-2,66	5,33
14:00 - 15:00	3,00	64,00	4,17	62,50	1,17	-1,50	6,50
15:00 - 16:00	2,50	66,50	4,17	66,67	1,67	0,17	8,16
16:00 - 17:00	3,00	69,50	4,17	70,84	1,17	1,34	9,33
17:00 - 18:00	3,50	73,00	4,17	75,00	0,67	2,00	10,00
18:00 - 19:00	5,00	78,00	4,17	79,17	-0,83	1,17	9,16
19:00 - 20:00	9,00	87,00	4,17	83,34	-4,83	-3,66	4,33
20:00 - 21:00	8,50	95,50	4,17	87,50	-4,33	-8,00	0,00
21:00 - 22:00	2,00	97,50	4,17	91,67	2,17	-5,83	2,16
22:00 - 23:00	1,50	99,00	4,17	95,84	2,67	-3,16	4,83
23:00 - 24:00	1,50	100,50	4,17	100,00	2,67	-0,50	7,50

Fuente. Elaboración propia

Columna 1. Intervalos de tiempo.

Columna 2. Consumo horario.

Columna 3. Curva integral del consumo.

Columna 4. Suministro horario continuo.

Columna 5. Curva integral del suministro.

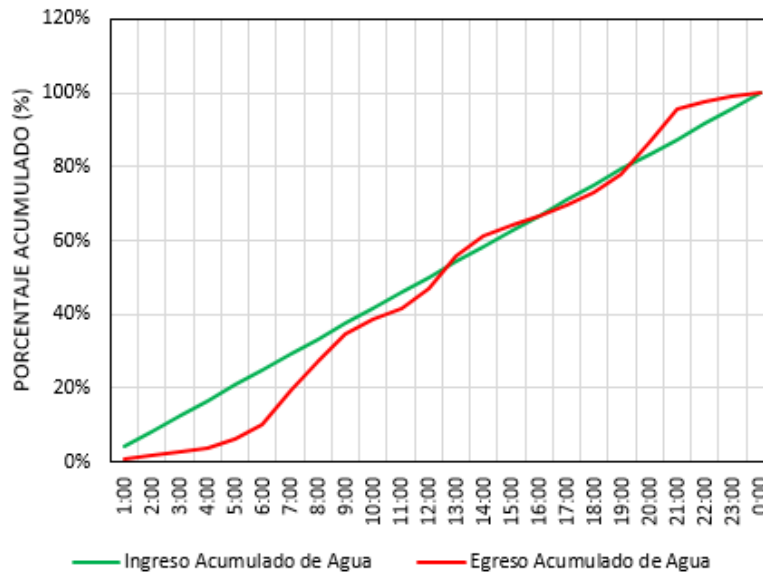
Columna 6. Déficit acumulado.

Columna 7. Volumen horario del agua en el tanque.

En cuanto al análisis gráfico, la curva en color rojo representa el patrón de consumo acumulado de la población, y la curva de color verde indica el patrón de alimentación del tanque, el cual, como se mencionó, es continuo (24 h). La pendiente entre las dos curvas representa el consumo en ese momento.

Interpretando la gráfica, se debe analizar el momento más crítico por déficit entre el ingreso y la salida. La suma de estos dos valores es, en términos de porcentaje, la capacidad requerida de almacenamiento por regulación.

Figura 11. *Determinación gráfica para la determinación del volumen de agua del tanque – Esquema de masas ingreso / egreso.*



Fuente. Elaboración propia

Con base a la información anterior, se establece un porcentaje requerido para la regulación de 23%, valor obtenido de la suma entre el mayor y menor valor del déficit acumulado.

Para el cálculo del volumen total del tanque se debe considerar igualmente el volumen para incendios. A continuación, se procede a calcular el volumen respectivamente.

Para el volumen del tanque por regulación se emplea la siguiente fórmula.

$$\text{Volumen tanque} = \text{Consumo diario} * \% \text{ regulación} \quad (18)$$

$$\text{Volumen tanque} = 232,42 \text{ m}^3 * 0,23$$

$$\text{Volumen tanque} = 53,46 \text{ m}^3$$

Obteniendo así, una capacidad del tanque de regulación de 53,46 m³.

10.4.1.2. Capacidad del tanque de almacenamiento

Por su parte, el cálculo de la capacidad de almacenamiento es igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona a ser abastecida. El volumen se calcula como se muestra a continuación.

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \frac{1}{3} QMD \quad (19)$$

$$Vol = \frac{1}{3} 2,69 \frac{l}{s} * \frac{1 m^3}{1000 l} * \frac{86400 l}{d} * 1 d$$

$$Vol = 77,47 m^3$$

Se obtuvo un valor de 77,47 m³ de volumen de almacenamiento. Dado esto, y con respecto a lo establecido en el RAS 2017, se toma en cuenta el mayor, es decir el volumen de almacenamiento.

10.4.2. Calculo volumen de incendios

Según el artículo 70 de la resolución 0330 de 2017, sobre la demanda mínima contra incendios, se establece para sistemas con poblaciones de diseño menores de 12500 habitantes, la instalación de hidrantes para de 5 LPS. Para efectos del cálculo, se estiman dos hidrantes con una duración del evento de 2 horas.

$$Vol incendios = \text{Número de hidrantes} * \text{duración del evento} * \text{demanda} \quad (20)$$

$$Vol incendios = 2 * 2h * 5 \frac{l}{s} * \frac{3600 s}{1 h} * \frac{1 m^3}{1000 l}$$

$$Vol incendios = 72 m^3$$

10.4.3. Volumen total del tanque

El volumen total del tanque se calculó teniendo en cuenta el valor mayor entre el volumen del tanque de regulación y el de almacenamiento. Como se presentó anteriormente, se tomó en cuenta el volumen del tanque de almacenamiento, es decir, 77,47 m³, sumado con el volumen de incendios.

$$Vol total = \text{Volumen tanque de almacenamiento} + \text{volumen de incendios} \quad (21)$$

$$Vol total = 77,47 m^3 + 72 m^3$$

$$Vol total = 149,47 m^3$$

Dado este resultado, y teniendo en cuenta la capacidad de cada uno de los tanques de abastecimiento que actualmente se encuentran funcionando en la vereda (180 m³), además de que, según con el diagnóstico técnico realizado, cumplen con las especificaciones técnicas requeridas en la normatividad vigente, no se hace necesaria la construcción de nuevos tanques, ya que los que existen hoy en día, superan la capacidad requerida para su funcionamiento.

10.5. REDES DE DISTRIBUCIÓN

10.5.1. Levantamiento del catastro de redes

Como bien se mencionó en la metodología del presente proyecto, la optimización de las redes de distribución del sistema de abastecimiento se realizó por medio del software EPANET.

Para lograr la simulación se requirió del levantamiento catastral de las redes de distribución a lo largo del sistema. Esto fue realizado por medio de un equipo GNSS, empleando el método de Real Time Kinematic (RTK), incorporando el levantamiento al nuevo sistema de coordenadas para Colombia, bajo el Marco Geocéntrico Nacional MAGNA SIRGAS, según normas del instituto Geográfico Agustín Codazzi para georreferenciación con sistema de GPS. El levantamiento por este método permitió resultados con un error inferior a 1 cm.

La georreferenciación se realizó el día 18 de junio de 2021 mediante sesión de GPS mediante receptores de doble frecuencia TOPCON HIPER V y SOKKIA GRX-1.

Simultáneamente a la toma de los puntos en campo, se fue realizando la consigna de la información relacionado con los accesorios y tuberías del sistema, por medio de aplicativo Fields Maps for ArcGIS. Esta información está relacionada con: el diámetro, material, protección, tipo de rasante, profundidad y el estado de cada uno de estos elementos que conforman la red.

El mapa del levantamiento de las redes de distribución del sistema de abastecimiento Guatancuy, se muestra en el anexo B.

10.5.2. Simulación de la red de distribución mediante el software Epanet

10.5.2.1. Información de entrada para la simulación

Para iniciar con la simulación en el programa, se debe contar con información técnica de la actual red de distribución del sistema. La información de entrada se divide en dos elementos: nodos y tuberías. En cuanto a la información requerida para los nodos, se debe tener presente las coordenadas, la cota y la demanda para cada uno de ellos. Por otro lado, para las tuberías, se debe conocer la distancia entre cada nodo, el diámetro de cada tubería por tramo, así como su rugosidad.

Cabe resaltar que, es necesario revisar las unidades con las que trabaja el software para evitar cualquier error derivado a esto. Estas unidades se muestran a continuación.

Tabla 23. *Unidades métricas Epanet.*

PARÁMETRO	UNIDADES
Demanda	Litros por segundo [L/s]
Caudal	Litros por segundo [L/s]
Diámetro	Milímetros [mm]
Longitud	Metros [m]
Pérdidas	Adimensional
Presión	Metros [m]
Coefficiente de rugosidad	Milímetros (Darcy-Weisbach)
Velocidad	Metros segundos [m/s]

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se muestra la extracción de la información requerida para la simulación en Epanet.

Nodos

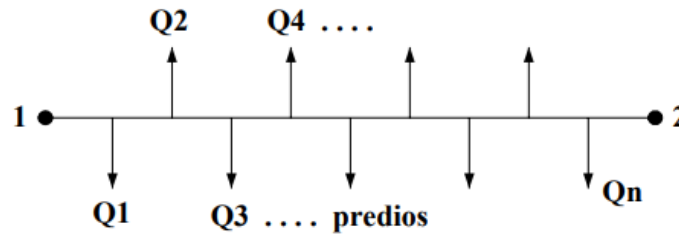
Coordenadas y cotas

Esta información fue levantada en campo como se mencionó en el numeral 10.5.1. del presente capítulo. Las coordenadas se toman en MAGNA-SIRGAS Ciudad de Bogotá, y por su parte, las cotas se presentan en metros.

Demanda

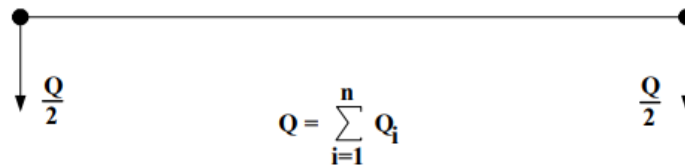
Para facilitar el cálculo hidráulico de la red se asumió que el consumo se extrae concentrado en sus nudos. Para ello, se empleó el método denominado gasto por lote o toma, en el cual, el caudal máximo horario se divide por la longitud total de la red, dando como resultado el caudal unitario del sistema. Este caudal unitario posteriormente es distribuido en cada uno de los nodos de forma proporcional a la longitud de su tubería, como se muestra en las figuras a continuación.

Figura 12. Distribución real de la demanda en un tramo de tubería.



Fuente: [31] Comisión Nacional del Agua, *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, Coyoacán, México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007.

Figura 13. Idealización de la demanda en un tramo de tubería.



Fuente: [31] Comisión Nacional del Agua, *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, Coyoacán, México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007.

Efectuando este proceso en cada uno de los tramos, se obtuvieron los caudales de demanda base en los nodos.

Tuberías

Distancia

La distancia entre nodos fue calculada por medio del software ArcGis Pro.

Diámetro

Los diámetros de las tuberías varían según cada tramo. En campo fueron obtenidos los diámetros de las tuberías del levantamiento del catastro de redes, variando entre diámetros de 1" y 2".

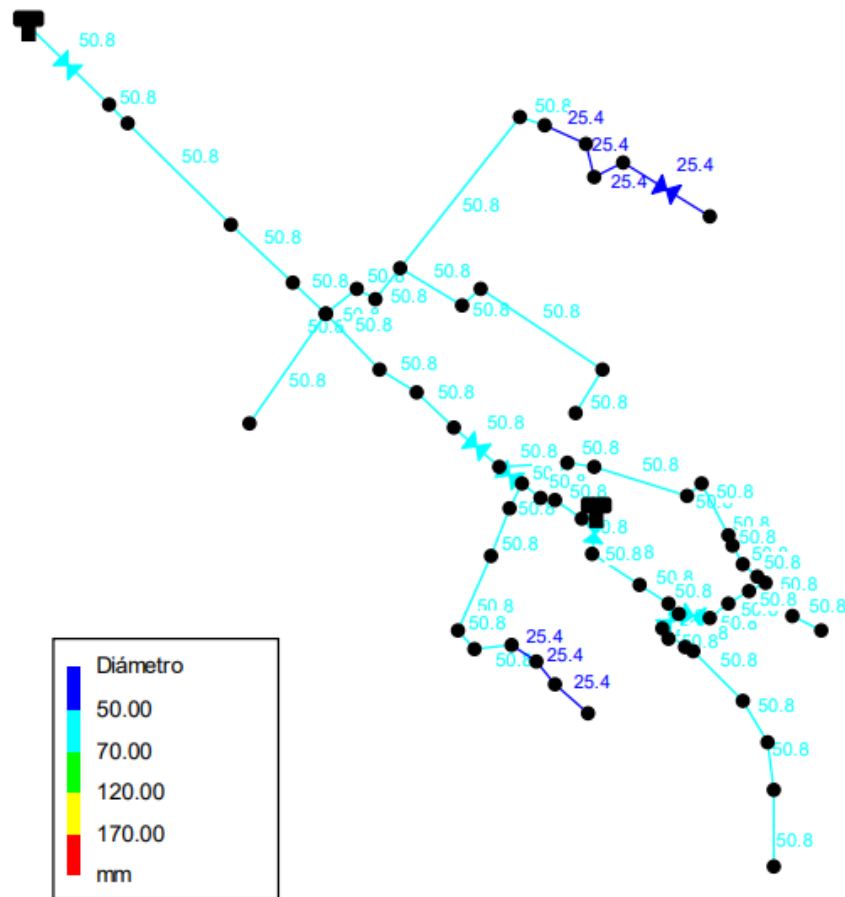
Rugosidad

Actualmente, la red de distribución de la vereda es completamente de PVC. Teniendo en cuenta las unidades con la que trabaja el software, se toma una rugosidad de 0,0015 para todas las tuberías.

10.5.2.2. Estado actual de la red de distribución

Una vez subidos los datos al software, se procedió a generar un primer escenario, el cual muestra la condición del estado actual del sistema de la vereda, es decir, sin modificaciones en cuanto a las características de la red.

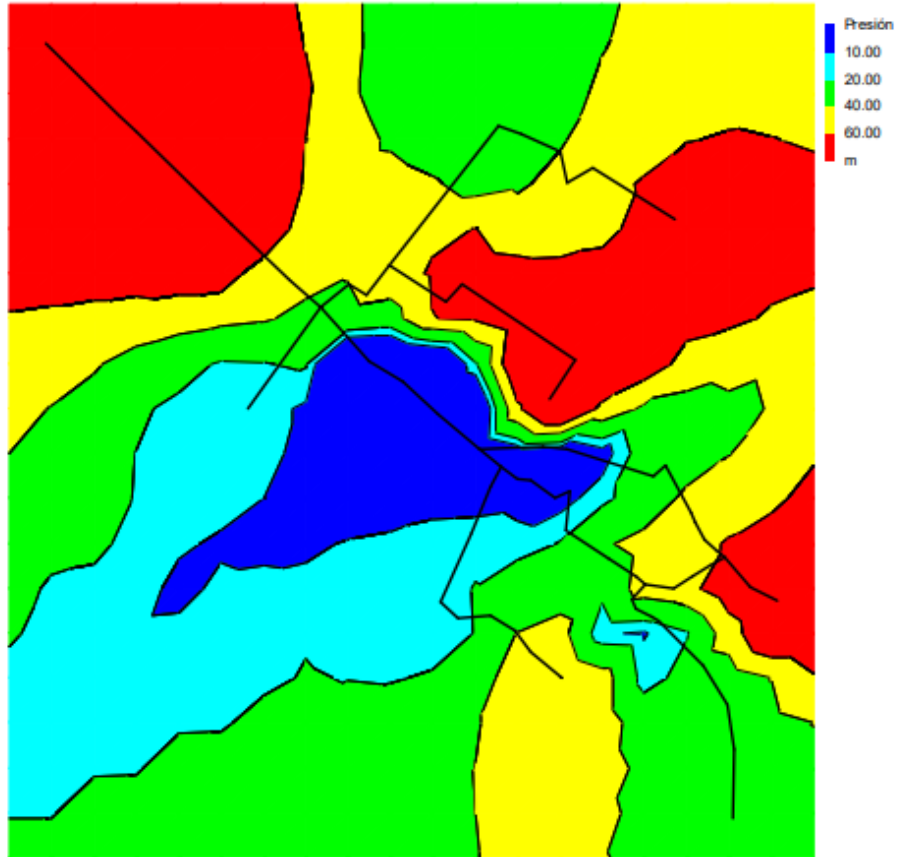
Figura 14. Condición actual del sistema.



Fuente. Elaboración propia

Como se evidencia en la figura 14, el sistema actual no cumple con los requisitos técnicos establecidos en la normatividad vigente en relación a su diámetro, afectando directamente al incumpliendo de las variables de presión y velocidad como se presenta a continuación.

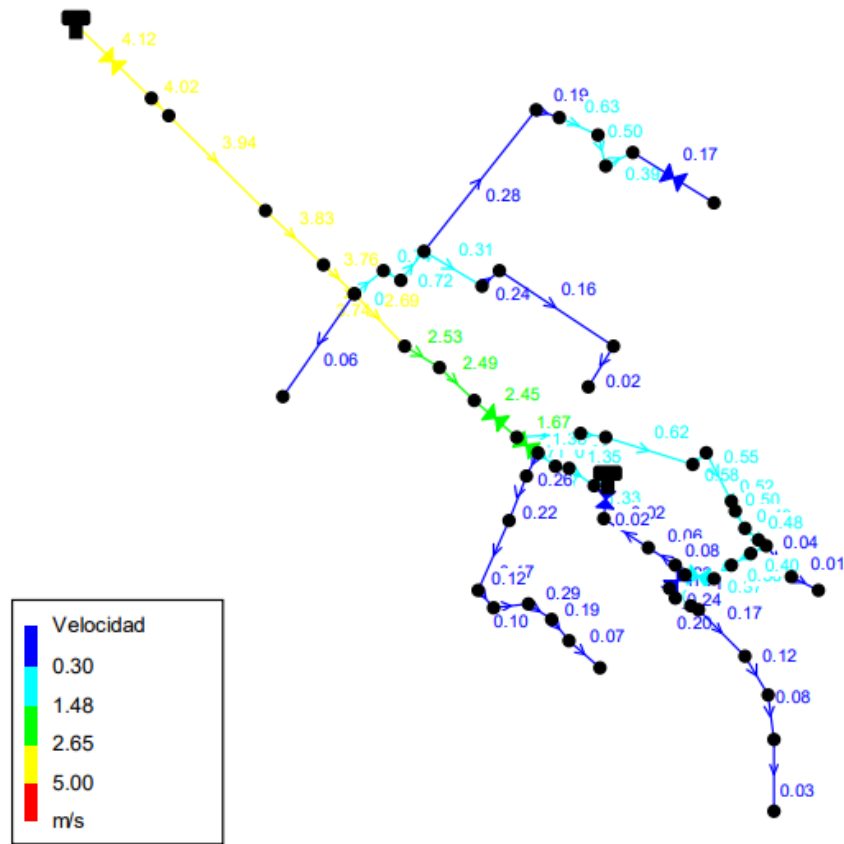
Figura 15. Distribución de presiones sobre la red



Fuente. Elaboración propia.

En la figura 15, se presenta el mapa de contorno de presión, en el que se observa la influencia de esta variable en relación a cada nodo de la red. Según la resolución 0330 de 2017, estas presiones deben estar en un rango entre 10 m.c.a. y 60 m.c.a., viéndose afectada la zona alta del sistema por presiones superiores a la máxima exigida, y en la parte central con presiones por debajo del mínimo establecido.

Figura 16. Velocidades por tramo de la red actual.



Fuente. Elaboración propia.

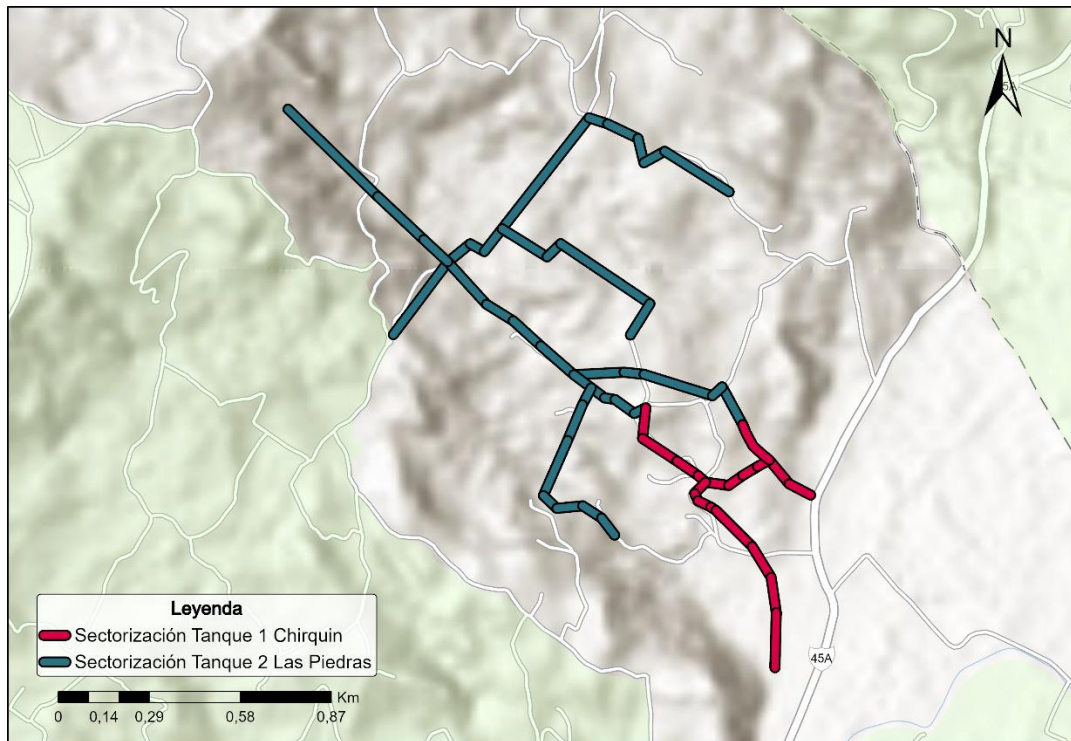
Por otro parte, para el análisis de la velocidad en el sistema actual, se determinó que aproximadamente un 45% de la red no cumple con los valores de 0,3 m/s a 5 m/s, establecidos en la resolución 0330 de 2017. En la figura 16 se muestra el valor de la velocidad en cada uno de los tramos de la red.

Con este escenario se determina que, es necesario intervenir sobre la red de distribución, asegurando primeramente que las variables cumplan con la normatividad vigente, por lo que es necesario ajustar diámetros e incluir válvulas reguladoras de presión.

10.5.2.3. Escenario de optimización de la red de distribución

El escenario de optimización se realiza con base al original que muestra el estado actual. Para este, se realizó un modelo de sectorización hidráulica sobre los dos tanques de almacenamiento, teniendo como referencia las presiones y velocidades establecidas en la normatividad vigente.

Figura 17. Mapa de sectorización de la red de distribución.

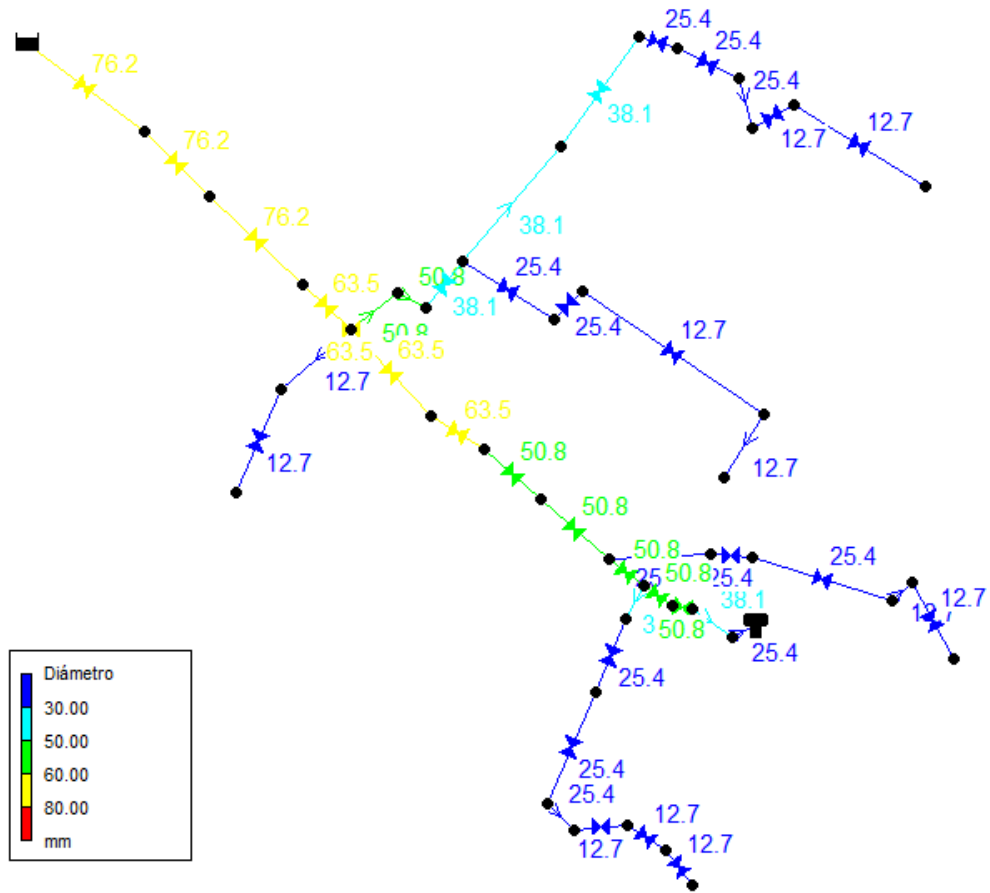


Fuente. Elaboración propia.

Sectorización hidráulica tanque Chirquin.

La sectorización hidráulica del tanque Chirquin representa el 75% de la longitud de la red de distribución total del sistema. Dada su importancia fue necesario realizar una optimización acorde a las condiciones hidráulicas tanto en la parte alta como de la parte baja de la vereda. Para llevar a cabo esto, se tuvo en cuenta el cambio del diámetro de tubería del 70% de la red de esta sectorización, generando cambios en presión y velocidades acordes a las exigidas en la RAS 2017.

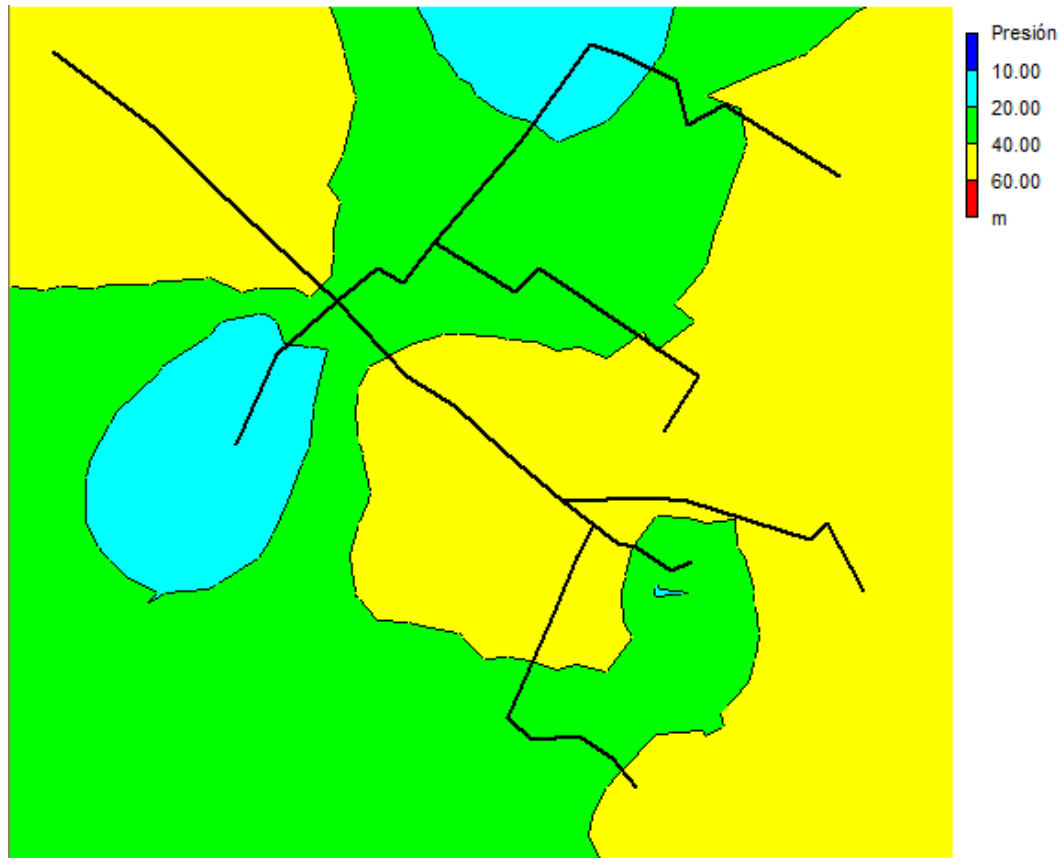
Figura 18. Diámetros de la red de distribución optimizada sectorización tanque Chirquin.



Fuente. Elaboración propia.

En la figura 18, se muestran los diámetros propuestos para la sectorización del tanque Chirquin, los cuales fueron establecidos teniendo como fin el cumplimiento normativo de las variables de presión y velocidad del sistema, ya que, de acuerdo a lo visto en el escenario actual, los diámetros de las tuberías existentes impiden el cumplimiento de estas mismas variables, por lo que se hace necesaria la reducción de estos diámetros, disminuyendo así, los riesgos que puedan afectar el funcionamiento del sistema.

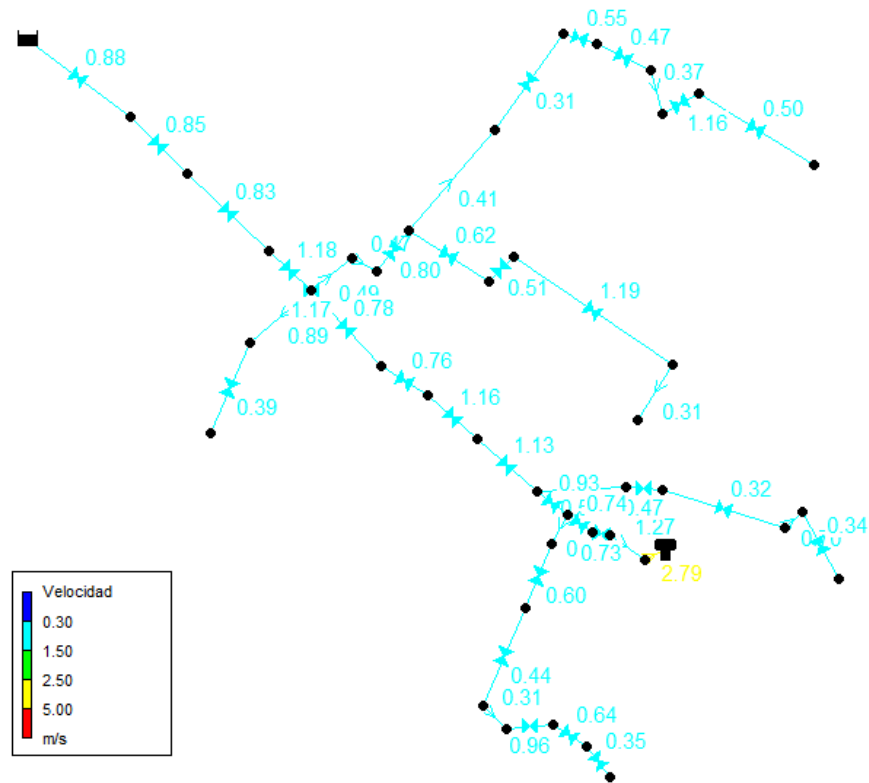
Figura 19. Presiones de la red de distribución optimizada sectorización tanque Chirquin.



Fuente. Elaboración propia.

En cuanto a las presiones en el escenario optimizado para la sectorización del tanque Chirquin, y teniendo en cuenta el ajuste de los diámetros del sistema, se logró cumplir con lo establecido en la normatividad vigente, la cual indica un rango de 10 m.c.a. a 60 m.c.a. Dado esto, se presentan los valores más altos hacia las zonas altas y medias de la sectorización, y los más bajos en sus ramificaciones, guardando relación entre un rango de 11,81 m.c.a. a 59,91 m.c.a, como se puede observar en la figura 19.

Figura 20. Velocidades en los tramos de la red optimizada sectorización tanque Chirquin.



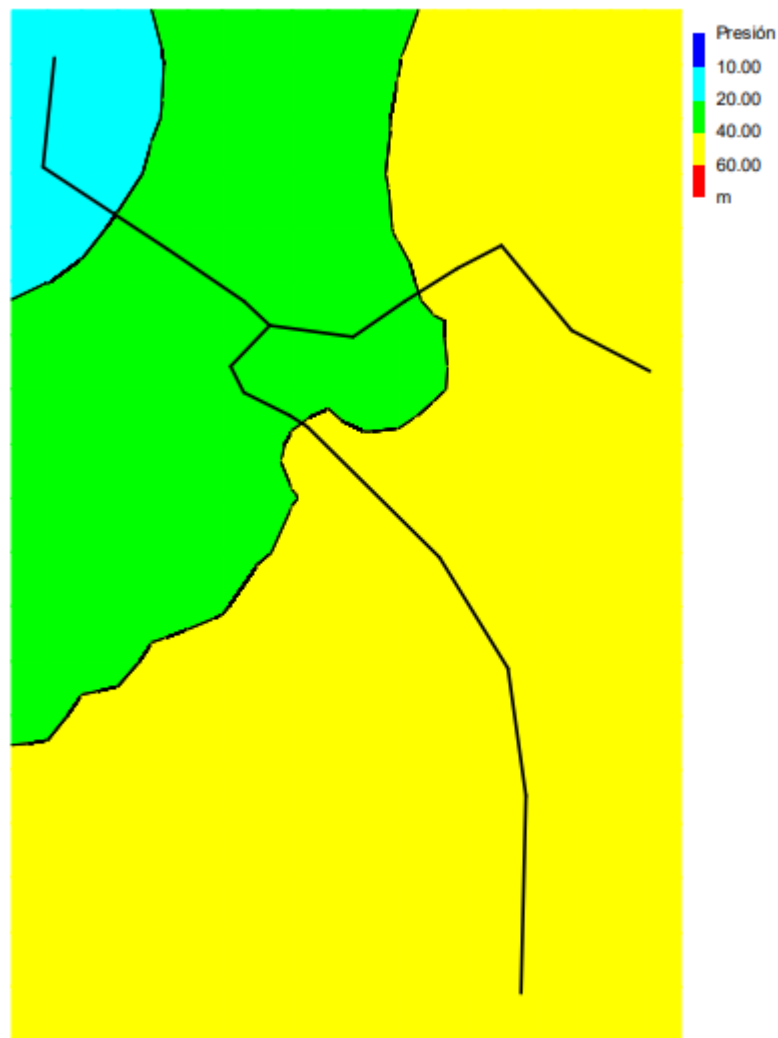
Fuente. Elaboración propia.

Con respecto a las velocidades en esta sectorización, fue posible mantener sus valores por encima de 0,3 m/s, observando que las mayores velocidades se presentan en la línea principal de la red, permitiendo llegar a cada una de sus ramificaciones con valores aceptables dentro de los establecido en el RAS 2017.

Sectorización hidráulica tanque Las Piedras.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el escenario optimizado del sector hidráulico que conforma el tanque Las Piedras. En este escenario se realizó el cambio del 75% de la tubería, dando como resultado un 70% de las tuberías con un diámetro entre 50,8 mm y 76,2 mm (Figura 21). A pesar de esto, no fue posible aumentar el diámetro al 30% de las tuberías restante, debido a las condiciones de elevación presentes en la sectorización, ya que, al modificarlo por un diámetro superior, la presión y la velocidad, estarían por debajo de los rangos exigidos en la normatividad, afectando a su vez, el transporte del recurso en estos tramos de la red.

Figura 22. Presiones de la red de distribución optimizada sectorización tanque Las Piedras.

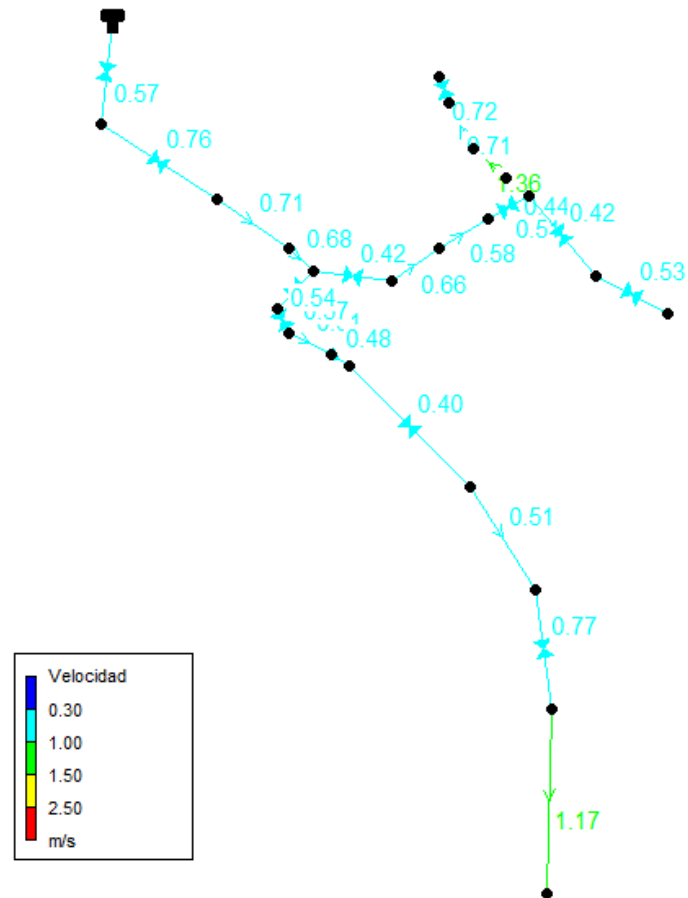


Fuente. Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 22, la presión tiene un comportamiento inverso a la elevación del terreno, es decir que, la elevación provoca una disminución de la presión y, asimismo, una disminución en la elevación, provoca un aumento en la presión.

En cuanto a la velocidad, igualmente se logró optimizar, cumpliendo con los requerimientos exigidos en la normatividad, estableciendo una velocidad mínima de 0,3 m/s y una máxima de 5 m/s. Cabe resaltar que, debido a las características de la velocidad de la red, se evidencia que, cuando el fluido atraviesa una región de presión más baja, este se acelera. Por lo que según la figura 23, las velocidades de mayor magnitud se presentan en la parte más alta de la sectorización y viceversa.

Figura 23. Velocidades en los tramos de la red optimizada sectorización tanque Las Piedras.



Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a la simulación realizada en la red de distribución, las tuberías fueron ajustadas de forma gradual con diámetros entre ½” y 3”, garantizando el cumplimiento de los valores máximo y mínimo de la presión en cada nodo, y las velocidades permitidas en cada uno de los tramos de la red, permitiendo la reducción de riesgos sobre el sistema y asegurando la prestación del servicio de forma continua.

La información obtenida a partir de la optimización de la red de distribución del sistema se muestra para los nodos en el anexo C, y para las tuberías en el anexo D respectivamente.

11. ANÁLISIS NORMATIVO DE OPTIMIZACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Teniendo en cuenta la metodología empleada en el punto 7.4. sobre el análisis de cumplimiento normativo de los componentes del sistema, se establecen nuevamente criterios de evaluación por componente, considerando el cambio de fuente superficial a subterránea, al igual que la captación, y el cambio de la aducción por gravedad a impulsión por bombeo, basados igualmente en la resolución 0330 de 2017. La ponderación fue distribuida entre los criterios de tal manera que sumara 100. Se evaluó cada criterio, obteniendo como resultado la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 24. *Tabla de cumplimiento normativo - optimizaciones.*

COMPONENTE	CRITERIO	UIP	CN	UCN
FUENTE DE ABASTECIMIENTO SUBTERRÁNEA	Calidad del agua: Características físicas, químicas y microbiológicas	3	10	30
	Deben existir modelos hidrogeológicos	4	10	40
	Geología expresada por formaciones geológicas, exploración del subsuelo a través de métodos geofísicos, características y propiedades físicas de los acuíferos.	3	10	30
	Áreas de protección del pozo o baterías de pozos.	3	10	30
	Zonas de recargas y descargas de la cuenca, nivel de las aguas freáticas, inventario y análisis de pozos existentes que incluya la ubicación, el rendimiento, las variaciones de nivel y abatimiento durante el bombeo.	3	10	30
	Hidráulica con información existente expresada por la permeabilidad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica y transividad.	3	5	15
	Hidrogeoquímica para separar y reconocer sistemas de flujo, precisar edades y orígenes de las aguas subterráneas, así como la vulnerabilidad del acuífero.	4	5	20

CAPTACIÓN	Se realiza estudio hidrogeológico.	3	10	30
	Levantamiento de columna litológica y registros físicos como Gamma rey.	3	10	30
	Se conoce el potencial espontáneo y resistividad, caliper y temperatura.	3	5	15
ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN	Los sistemas de conducción y aducción cuentan con un cálculo hidráulico que contemple condiciones operativas o de expansión.	3	10	30
	La línea desde la captación hasta la red de distribución es lo más corto posible, se evitan zonas de deslizamiento e inundaciones.	3	10	30
	La velocidad mínima es de 0,5 m/s.	3	10	30
	La velocidad máxima no supera los límites de velocidad recomendados para el material del ducto.	3	10	30
	Se proyectaron las líneas de aducción o conducción garantizando una presión dinámica en las viviendas superior a 5 m.c.a.	3	5	15
	Los sitios de mediciones se localizan al inicio y al final en intervalos de máximo 1500 (Es el caso, cuando la longitud de la tubería es mayor que 2000 m).	3	10	30
	Tiene sitios de salida para mediciones piezométricas y de caudal.	3	10	30
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Funcionan hidráulicamente con esquema de mezcla tipo FIFO (lo primero que entra es lo primero que sale).	3	10	30
	Tiene un borde libre de mínimo 0,3 m.	3	10	30
	La tubería de salida se ubica de tal manera que para niveles mínimos de operación no se generen vórtices, no entrada de aire a la red, ni se permita suspensión de sedimentos.	3	10	30
	Todos los tanques cuentan con una pendiente	3	10	30

REDES DE DISTRIBUCIÓN	en el fondo que facilita la evacuación de los lodos y las labores de limpieza.			
	El terreno en donde se encuentran construidos los tanques de almacenamiento cuenta con un sistema de drenaje.	3	10	30
	La capacidad de almacenamiento es igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día máximo de consumo.	4	10	40
	Se cuenta con el volumen útil de los tanques	3	10	30
	Se cuenta con un modelo hidráulico calibrado y validado con base a las series disponibles de presión, caudal y niveles.	3	10	30
	Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de otras redes de servicio públicos es de 1 m en dirección horizontal y 0,3 m en dirección vertical, medidos entre las superficies externas de los conductos.	3	10	30
	La presión estática máxima es de 50 m.c.a.	3	10	30
	El área de presión estática superior corresponde al 10% del área de la zona de presión y no sobrepasa 55 m.c.a.; o hasta el 5% del área de la zona de presión y no sobrepasa una presión de 60 m.c.a.	4	5	20
	El diámetro mínimo no es inferior a 50 mm.	3	5	15
	Cuenta con válvulas de cierre para interconectar tres o más tramos.	3	10	30
	Cuenta con válvulas de cierre en todas las conexiones de los sectores hidráulicos.	3	10	30
	Cuenta con válvula de mariposa en tubería con diámetro superior a 350 mm.	3	10	30
TOTAL	100		900	

Fuente. Elaboración propia.

Dado lo anterior, y teniendo en cuenta la tabla 3 del punto 7.4. sobre el estado cualitativo de cumplimiento, se determina que el sistema optimizado se encuentra en un estado de MUY BUENO, con un valor de cumplimiento de 900, a comparación del sistema actual que se encuentra en un estado REGULAR con un valor de 564.

12. CONCLUSIONES

Mediante la realización del presente proyecto, se concluye que el principal problema que presenta actualmente el sistema de abastecimiento Guatancuy es la incapacidad de la fuente de abastecer suficiente recurso para cubrir las necesidades de la población, además de no suministrar agua continuamente. Por lo que, el proyecto se orientó hacia el cambio de fuente abastecimiento y captación a la construcción de un pozo profundo en la vereda.

El sistema de abastecimiento actual no cuenta con medidores, por lo que es necesario su instalación en las redes a lo largo de la vereda con el fin de determinar el volumen entregado al sistema de distribución para labores de operación, mantenimiento y planeaciones futuras.

Los tanques de abastecimiento con los que cuenta el sistema actualmente, cuentan con la capacidad suficiente para el almacenamiento del recurso, asimismo, se evidencia con el diagnóstico que cumplen con los criterios normativos, por lo que no es necesario la construcción de nuevos tanques, sin embargo, se recomienda realizar los respectivos mantenimientos periódicos.

En cuanto al diseño hidráulico de la red de distribución realizado en el software EPANET, se logró optimizar el sistema manejando unos diámetros de tubería de 3" (76,2 mm) a 2" (50,8 mm) en la línea principal, y de 1½" (38,1 mm) a ½" (12,7 mm) en la línea secundaria, cumpliendo de este modo por lo establecido en la Resolución 330 de 2017, en relación a los parámetros de presión y velocidad que contempla el funcionamiento del sistema.

Se tienen en cuenta las tuberías de menos de 50,8 mm, ya que al ser necesarias para el cumplimiento de la presión y velocidad del sistema, no representan puntos críticos o de riesgo que puedan afectar el funcionamiento del mismo, sin embargo, se recomienda realizar mantenimientos periódicos con el fin de garantizar el transporte del recurso adecuadamente.

El uso de dos válvulas reguladores de presión presenta la mejor alternativa en el control de las altas presiones presentes en la red.

Gracias a las herramientas de georreferenciación e información geográfica utilizadas en el desarrollo del proyecto (Survey 123 y Field Maps for ArcGis), se logró maximizar el flujo de trabajo en la captura y extracción de la información tomada en campo para su posterior análisis.

Finalmente, con la optimización del sistema de abastecimiento de la vereda, se logró pasar de un estado regular a uno muy bueno, al cumplir con la mayoría de los parámetros establecidos por cada componente en la resolución 0330 de 2017, permitiendo un funcionamiento adecuado en cuanto a la calidad y continuidad del servicio, por lo que se podría catalogar como un sistema de acueducto rural.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. F. Amaya Ospina, J. A. García Álvarez y U. A. Suaza Arboleda, *Los acueductos como medio para potencializar el desarrollo en las comunidades rurales en Colombia*, Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2017.
- [2] Empresa de Acueducto y Alcantarillado [ESP], *Documento técnico de soporte plan maestro de acueducto y alcantarillado de Bogotá D.C.*, Bogotá, D.C.: Empresa de Acueducto y Alcantarillado, 2006.
- [3] M. J. Colmenares Melo y L. E. Sáenz Esquivel, *Diseño del sistema de acueducto en la vereda perdiguiz del municipio de macanal, boyacá, utilizando modelación matemática*, Bogotá, D.C.: Universidad Militar Nueva Granada, 2015.
- [4] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, *Resolución 0330. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS*, Colombia: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Jun 8, 2017.
- [5] Corporación de Estudios, Educación e Investigación Ambiental, *Manual para el manejo de un acueducto rural*, Bogotá, Colombia: Corporación de Estudios, Educación e Investigación Ambiental, 2008.
- [6] R. A. López Cualla, *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*, 5th ed., Bogotá D.C.: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2000.
- [7] C. Domínguez, *Diseño hidráulico de acueductos menores*, Ibagué: IBAL, 2017.
- [8] Comisión Nacional del Agua, *Manual de agua potable alcantarillado y saneamiento*, México D.F.: Conagua Editores, 2016.
- [9] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, "*Resolución 0844. Por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del título 7, de la parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015*", Colombia: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Nov 12, 2018.
- [10] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, *Guía metodológica para la formulación y diseño de sistemas de acueducto rurales*, Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2014.
- [11] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, *Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural*, Bogotá, Colombia: Departamento Nacional de Planeación y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Julio, 2014.
- [12] Alcaldía Municipal Villa de San Diego de Ubaté, *Acuerdo por el cual se adopta el plan de desarrollo municipal 2020-2023*. Departamento de Cundinamarca, Colombia: Alcaldía Municipal Villa de San Diego de Ubaté, 2020. https://villadesandiegodeubatecundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/villadesandiegodeubatecundinamarca/content/files/000862/43063_proyecto-de-acuerdo.pdf

- [13] Consejo Municipal de Ubaté, *Acuerdo 031. Por medio del cual se establecen los lineamientos generales de ordenamiento territorial para el municipio de Ubaté, se adopta el Plan de Ordenamiento Urbano, se definen los usos del suelo, se identifican los proyectos estratégicos de ordenamiento urbano; y se aprueban las reglamentaciones correspondientes*, Ubaté, Colombia: Consejo Municipal de Ubaté, 1997.
- [14] Alcaldía Municipal Villa de San Diego de Ubaté, *Plan de Ordenamiento Territorial Villa de San Diego de Ubaté*, Ubaté, Colombia: Alcaldía Municipal Villa de San Diego de Ubaté, 2016.
- [15] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, *Actualización POMCA río Alto Suárez. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica*, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2019.
- [16] Esri, *Survey 123 for ArcGIS. Formularios inteligentes, captura de datos más inteligente*, Esri, 2020, Disponible en <https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/survey123/overview>
- [17] Alcaldía Municipal Pasto, *Funciones de los miembros de JAC*, Alcaldía Municipal Pasto, 2013, Disponible en <https://www.pasto.gov.co/index.php/calendario/119-nuestra-entidad/secretarias/secretaria-de-desarrollo-comunitario>.
- [18] Cempro, (2021). *Guía de diseño de proyectos sociales*. Cempro, Disponible en <https://sites.google.com/site/disenodeproyectosociales>.
- [19] S. C. Cure Zapata y W. F. Gómez Ortega, *Análisis de alternativas para la potabilización de agua lluvia para uso doméstico en zonas rurales de Colombia*, Medellín, Colombia: Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, 2020.
- [20] M. Mercadal Minguijón, *Proyecto de abastecimiento y saneamiento de agua en la comunidad Tape Iguapei, Argentina*, ETSECCPB-UPC, Argentina: Memoria, 2012. <https://www.upc.edu/ccd/ca/accions-al-sud/pfc-tfc/marta-mercadal>
- [21] R. L. Cumbal Sánchez, *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario proyectado a 30 años para la Parroquia de Malchinguí, Cantón Pedro Moncayo*, Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, 2013.
- [22] Centro Latinoamericano de Demografía, *Métodos para proyecciones demográficas*, San José, Costa Rica: Centro Latinoamericano de Demografía, CEPAL, 2017.
- [23] R. Camacho, *Herramientas para proyectar la población*, Centro Centroamericano de Población, 2021. Disponible en https://ccp.ucr.ac.cr/cursos/icamacho/public_html/planificacion/contenido/tema6.htm
- [24] Consorcio GTC Geosoluciones, *Estudios de caracterización geológico-geofísicos y complementarios para la elaboración de modelos hidrogeológicos conceptuales, prospección, abastecimiento y gestión del recurso hídrico*

subterráneo en municipios priorizados del departamento de Cundinamarca, Bogotá: Consorcio GTC Geosoluciones, 2018.

[25] G. A. Parrado Rozo y M. E. Sandoval Chaparro, *Optimización del diseño hidráulico del acueducto veredal del Alto del Ramo de Municipio de Chipaque, Cundinamarca*, Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018.

[26] ArcGIS Survey 123. *ArcGIS Survey123 es una sencilla e intuitiva solución de captura de datos basada en formularios. Cree, comparte y analice encuestas en tan solo tres sencillos pasos.* ArcGIS Survey 123, Julio 15, 2021. [arcgis-survey123://?itemID=0c947f9712bc4cc981328100843d660f](https://www.arcgis.com/home/item.html?id=0c947f9712bc4cc981328100843d660f)

[27] J. A. Cutzal Muz, *Diseño del sistema de agua potable por bombeo para la colonia Romec y diseño del instituto de San José Chacayá, Sololá, Guatemala*: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007.

[28], L. A. Rossman, *Epanet 2: Manual del usuario*, Cincinnati, OH: United States Environmental Protection Agency, 2010.

[29] Real Academia de Ingeniería, *Ramal de tubería de descarga*, Madrid, Disponible en <http://diccionario.raing.es/es/lema/ramal-de-tuber%C3%ADa-de-descarga>

[30] Grafiberica, *Tubería de succión*, Disponible en <https://www.grafiberica.com/depositos-soterrados/como-recuperar-agua-de-lluvia/lexico/tuberia-de-aspiracion.html#:~:text=Tuber%C3%ADa%20a%20trav%C3%A9s%20de%20la,ha%20los%20puntos%20de%20consumo>.

[31] Comisión Nacional del Agua, *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, Coyoacán, México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007.

ANEXOS

ANEXO A. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO TÉCNICO

Alcance del diagnóstico técnico	
Responsable que diligencia	Laura Barahona y Duvan Alvarado
Fecha de diligenciamiento	03/03/2021 08:38
Nombre del acueducto	Suministro de agua Guatancuy

Nota: Las fichas están diseñadas para seleccionar, como mínimo una opción de las situaciones observadas, e incluye en algunos casos espacios (denominados "Anotaciones:") para anotar los detalles que complementan las observaciones. También se pueden incluir ideas de acciones de mejora.

Componentes del sistema	
<p>¿Cómo está compuesto el sistema de acueducto que analizara? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista dependiendo sea su caso).</p>	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Fuente de abastecimiento.<input checked="" type="checkbox"/> Captación.<input checked="" type="checkbox"/> Aducción/Conducción.<input checked="" type="checkbox"/> Tratamiento (Incluye el pretratamiento)<input checked="" type="checkbox"/> Almacenamiento<input checked="" type="checkbox"/> Distribución en red

1. Amenazas que pueden afectar el sistema
<p>La identificación de amenazas que pueden afectar la infraestructura o la operación del sistema, permite tener en cuenta algunos escenarios de riesgo que no se observan durante el recorrido de campo, por su ocurrencia eventual. La identificación de amenazas incluida en este diagnóstico no tiene el alcance de un análisis de riesgos, pero permite a quienes suministran agua para consumo humano y doméstico en zona rural, contar con una información básica útil para identificar acciones de mejora de los sistemas y para la respuesta frente a posibles contingencias. Las amenazas pueden afectar a todo el sistema o incluso a toda la comunidad, o solo a alguno de los componentes del sistema.</p>
1.1. Descripción de las amenazas

<p>¿El sistema de suministro de agua o la comunidad atendida puede verse afectada por alguno de estos eventos?</p> <p>Seleccione aquellas amenazas que hayan ocurridos o que podrían ocurrir según la experiencia o según información existente. También es útil la información que proporcione el fontanero o el encargado del sistema, o según lo que comente algún integrante de la comunidad o algún representante de alguna de las autoridades; territorial, ambiental o de salud.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sismo (Temblor de tierra): Conocido igualmente como temblor de tierra. Este fenómeno o evento natural, no controlado por el hombre, corresponde a movimientos bruscos y repentinos de la de la superficie de suelos generados por: desplazamientos de fallas o eventos volcánicos. <input type="checkbox"/> Eventos Volcánicos: Actividades volcánicas que pueden incluir emisiones a la superficie terrestre de materias procedentes del interior o exterior de un volcán, tales como; erupciones, caída de cenizas, flujos de lodo provenientes de la ladera del volcán, explosiones, flujos de lava. <input type="checkbox"/> Huracán: Vientos destructivos acompañados con lluvias torrenciales que pueden generar inundaciones y tornados sobre la superficie terrestre. <input type="checkbox"/> Vendaval: Viento extremadamente fuerte y violento. <input type="checkbox"/> Tormenta tropical: Presencia de fuertes ráfagas de viento y abundantes precipitaciones o lluvias, frecuente en las zonas costeras. <input type="checkbox"/> Remoción en masa: Son procesos de transporte de material terrestre generados por los movimientos de la tierra que generan algunos de los siguientes efectos: erosión, deslizamientos, derrumbes, caídas de tierra o rocas. Generalmente ocurren en épocas de fuertes lluvias o después de un sismo (temblor fuerte) en zonas de ladera (pendientes o topografía fuerte, montañosa), o por eventos volcánicos, manifestándose con movimientos o desplazamientos de suelo, tierra o roca. <input type="checkbox"/> Inundación: Los ríos y quebradas se desbordan de su cauce normal, inundando los terrenos planos de sus márgenes o zonas aledañas. Estos eventos a diferencia de las avenidas torrenciales (crecientes súbitas o avalanchas) son de forma lenta. Pueden ser causados por lluvias fuertes, o por el deshielo, el rebose o destrucción de una presa o una marea, entre otros. <input type="checkbox"/> Avenida Torrencial: Conocidas en algunas regiones como avalanchas, crecientes súbitas o borrascas). Se presentan en zonas montañosas durante temporadas
--	---

	<p>de lluvia o “aguaceros” fuertes, generando deslizamientos en la parte alta de las cuencas de ríos o quebradas, que pueden contener o “taponar” el cauce, formando represas o barreras que, al ser arrastradas por las aguas, en dirección de la corriente, transportan lodo, tierra, árboles y rocas (empalizadas). Son de alto poder destructivo, los sedimentos se mueven a alta velocidad y generan desbordamientos.</p> <p><input type="checkbox"/> Incendios Forestales: Es la quema intencional o accidental de la cobertura vegetal del suelo, el cual por lo general sale de control en la naturaleza. Por ejemplo, en un bosque o un campo. Frecuentemente, los incendios forestales comienzan de manera desapercibida y se propagan rápidamente consumiendo todo tipo de especies y asentamientos presentes en la zona.</p> <p><input type="checkbox"/> Desertificación del suelo: Es un proceso de degradación ecológica en el que el suelo fértil y productivo pierde total o parcialmente el potencial de producción.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sequía: Es la falta de lluvias durante un período prolongado de tiempo que produce sequedad en los campos y escasez de agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Acciones Violentas: Son aquellos actos intencionales con fines de afectar o la vida humana o infraestructuras o recursos naturales a través de acciones delictivas.</p> <p><input type="checkbox"/> Otras corrientes de agua lluvia o superficial potencialmente contaminantes: Son aquellas formaciones de agua superficial o de escorrentía provenientes de lluvias extremas o mezcladas con derrames superficiales de sustancias líquidas peligrosas.</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguna: En caso de que no existan afectaciones por alguno de los fenómenos anteriormente descritos seleccione esta opción.</p>
<p>Anotaciones: Eventos que amenacen el sistema. Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y las posibles acciones para responder a estos eventos.</p>	<p>Se presenta posetas aguas arriba de la captación</p>

2. Fuente de abastecimiento de agua

Fuente de abastecimiento de agua: Un depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua y las otras formas de captación de agua.

2.1. Descripción de la fuente de abastecimiento de agua

Con la ayuda del fontanero o encargado del sistema o de otros participantes en el diagnóstico, identifique la fuente de abastecimiento de agua, escribiendo el nombre por el cual se le reconoce en el territorio, y algunas indicaciones sobre su ubicación. (P ej. Vereda, predio o finca). Cuando se cuente con concesión de aguas, es posible que allí se registren detalles sobre la fuente de abastecimiento que resulten útiles para diligenciar esta ficha.

¿Cantidad de fuentes de abastecimiento del sistema?

2

Descripción de las fuentes de abastecimiento del sistema

Nombre de la fuente de abastecimiento

Quebrada el Chinquin

Imagen/es: Fuente de abastecimiento de agua



Ubicación geográfica de la fuente de abastecimiento

La ubicación geográfica de la fuente de abastecimiento puede ser igual a de la bocatoma, según lo que se considere más oportuno para el diagnóstico.

Longitud: -73.81729

Latitud: 5.36282

¿La fuente es principal o alterna? (Seleccione solo una de las opciones). Con la experiencia del

Principal: Se entiende por fuente principal, aquella que aporta la mayoría del caudal que abastece el sistema, o

<p>fontanero o del encargado del sistema, identifique si la fuente que se registra en esta ficha es principal o alterna, anote observaciones y posibles acciones de mejora.</p>	<p>aquella que asegura la disponibilidad de agua en el sistema durante la mayor parte del año.</p> <p><input type="checkbox"/> Alterna: Se entiende por fuente alterna, aquella que contribuye a incrementar el caudal de agua disponible, o aquella que se emplea durante algunas épocas del año.</p>
<p>Anotaciones: Fuente principal o alterna Teniendo en cuenta la pregunta anterior. Anote observaciones y posibles acciones de mejora.</p>	
<p>¿Cuál es el tipo de fuente de abastecimiento? (Seleccione solo una de las opciones). Con la experiencia del fontanero o del encargado del sistema, o por inspección visual, identifique el tipo de fuente de abastecimiento que se registra en esta ficha.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Superficial: Son aquellas aguas que existen sobre la superficie de la Tierra, p. ej Ríos, lagos, embalses, arroyos, etc. Pueden ser detenidas, cuando están acumuladas e inmóviles en depósitos naturales o artificiales, tales como lagos, lagunas, pantanos, charcas, ciénagas, estanques o embalses; y corrientes, por cauces naturales o artificiales.</p> <p><input type="checkbox"/> Subterránea: Son aquellas aguas ocultas debajo de la superficie del suelo que brotan en forma natural, como las fuentes y manantiales captados en el sitio de afloramiento o las que requieren para su alumbramiento obras como pozos, galerías filtrantes u otras similares. Incluyen manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares.</p> <p><input type="checkbox"/> Captación de aguas atmosféricas (Lluvias / Niebla / Rocío)</p> <p><input type="checkbox"/> Conexión a otro sistema por tubería: Cuando el sistema se encuentra interconectado con otro, o cuando se abastece de agua de otro sistema mediante una conexión por tubería.</p> <p><input type="checkbox"/> Transporte de agua en vehículos (terrestre, fluvial, aéreo): Transportarse agua potable en vehículos, hasta las viviendas o a una pila pública. Para otras alternativas de suministro se puede transportar agua no tratada, pero ello representa riesgo para la salud.</p>
<p>Anotaciones: Tipo de fuente de abastecimiento Teniendo en cuenta la pregunta anterior. Anote observaciones y posibles acciones de mejora.</p>	
<p>¿Se realiza medición del caudal en la fuente de abastecimiento? (Seleccione solo una opción).</p>	<p><input type="checkbox"/> SI</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>

<p>¿La fuente de abastecimiento ofrece suficiente agua para las necesidades de la comunidad? (Seleccione solo una opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros determine si el agua que ofrece la fuente es suficiente o no para la población que se abastece del sistema.</p>	<p><input type="checkbox"/> Siempre suficiente: El agua de la fuente alcanza para para cubrir las diferentes necesidades de la población y está disponible y es suficiente en todas las épocas del año.</p> <p><input type="checkbox"/> A veces insuficiente: La fuente cuenta con agua disponible en algunas épocas del año o cuenta con agua en cantidades insuficientes para todas las necesidades de la población durante algunas épocas del año.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Siempre insuficiente: La fuente no provee agua suficiente en todas las épocas del año, ni alcanza para cubrir las necesidades de la población.</p>
<p>Anotaciones: Oferta de agua suficiente en la fuente de abastecimiento para las necesidades de la comunidad. Teniendo en cuenta la pregunta anterior. Anote detalles para ilustrar las deficiencias de la fuente y posibles acciones de mejora.</p>	<p>Todo depende del factor de tiempo seco o húmedo-</p>
<p>¿Cuáles son los usos del suelo alrededor de la fuente abastecedora? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique las actividades que se realizan alrededor de la fuente de abastecimiento, dentro de los 100 metros a la redonda desde el punto de toma del agua (captación).</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Cultivos: Tierras dedicadas a sembradíos - agricultura tradicional (manual y de pequeña escala productiva) o agricultura empresarial (tecnificada y con producción de gran escala productiva), sin diferenciar los productos que se siembren.</p> <p><input type="checkbox"/> Jardinería: Tierras dedicadas a la siembra de flores, árboles, hortalizas, o verduras (huertos), ya sea por estética, por gusto o para la alimentación, sin interés económico.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ganadería: Uso de la tierra para la cría de ganado para su explotación y comercio, incluye las actividades pecuarias, porcinas y equinas.</p> <p><input type="checkbox"/> Producción Avícola: Uso de la tierra para la cría de aves (patos, pavos, gansos, perdices, faisanes, codornices, avestruces, entre otras) con fines productivos ya sea de carne, huevos o aves comerciales.</p> <p><input type="checkbox"/> Explotación Forestal: Uso de la tierra para la ubicación de plantaciones Forestales con Fines Comerciales. (Árboles para producción de aceites vegetales, fabricación de lápiz o papel, entre otros).</p>

	<input type="checkbox"/> Explotación industrial: Uso del suelo para la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos, incluido el petróleo. <input type="checkbox"/> Áreas Protegidas: Usos del suelo con objetivos específicos de conservación debidamente, delimitados, declarados, alinderados y administrados. <input type="checkbox"/> Viviendas campestres / actividades recreativas: Uso de la tierra para el asentamiento de viviendas de parcelaciones campestres o para actividades recreativas y de esparcimiento o deportivas. <input type="checkbox"/> Otros usos
Anotaciones: Uso de suelo alrededor de la fuente abastecedora Teniendo en cuenta la pregunta anterior. Anote los detalles que considere oportunos.	
¿Existen medidas de protección de la fuente abastecedora? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique si la fuente abastecedora tiene medidas de protección ya sea instaladas en el sitio o documentales.	<input checked="" type="checkbox"/> Cerramiento: Existe cercado o encerramiento que limita el acceso a la fuente, construido o instalado en cualquier material. <input checked="" type="checkbox"/> Delimitación del perímetro de la fuente de abastecimiento: Existe algún documento en el que se identifiquen los límites de la fuente de abastecimiento / o se ha realizado la delimitación del perímetro a proteger en algún documento. <input type="checkbox"/> La fuente de abastecimiento está en una zona de protección: Existe alguna decisión territorial o un documento que señale a la fuente de abastecimiento o sus alrededores como zona de protección (p ej. suelo de protección en el POT, Reserva de la sociedad civil, fallo judicial). <input checked="" type="checkbox"/> Medidas de prevención de contaminación: Existen obras, instalaciones, vallas o actividades que prevengan la contaminación de la fuente por descargas de sustancias contaminantes, vertimientos o arrojo de residuos sólidos en su cauce. <input type="checkbox"/> No tiene ninguna protección: No existe ninguna medida, acción, obra o instalación para proteger la fuente.

<p>¿Existen áreas naturales o zonas reforestadas alrededor de 100 metros de la fuente? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique la existencia de áreas verdes o zonas reforestadas con fines de protección de la fuente, presentes alrededor de 100 metros del punto de la toma de agua (captación).</p>	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
<p>Anotaciones: Reforestación alrededor de la fuente. Anote los detalles que considere oportunos relacionados con la existencia de áreas naturales o zonas reforestadas alrededor de 100 metros de la fuente. Los árboles están vivos, descuidados o muertos.</p>	
<p>¿Existe información de la calidad del agua de la fuente? Con la ayuda del encargado del sistema o por consulta de registros de las autoridades territoriales, ambientales o de salud, identifique si la fuente tiene algún estudio de calidad del agua y sus resultados, o si existe el mapa de riesgo de la calidad del agua.</p>	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<p>Información de calidad de agua de la fuente abastecedora Anote el resultado del estudio de calidad del agua de la fuente abastecedora, e identifique si el estudio incluye parámetros de agua para consumo humano.</p>	Resultado alto en Coliformes fecales por materia fecal de ganado
<p>¿Tiene concesión de agua para usar la fuente de abastecimiento? Con la ayuda del encargado del sistema o algún integrante de la comunidad o algún representante de alguna de las autoridades; territorial, ambiental o de salud o por revisión documental identifique si la fuente de abastecimiento cuenta</p>	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

con permiso de aprovechamiento de las aguas superficiales.	
¿Con que frecuencia revisan la captación y sus alrededores? (Seleccione solo una de las opciones). A través de pregunta al encargado del sistema o algún integrante de la comunidad, indague la frecuencia con la que se visita la fuente.	<input type="checkbox"/> 1 vez al mes <input type="checkbox"/> 1 vez al semestre <input checked="" type="checkbox"/> 1 vez al año <input type="checkbox"/> Casi nunca <input type="checkbox"/> No visita la captación
Última fecha de revisión o visita a la captación Indique la última fecha de revisión o visita a la captación, si cuenta con este dato.	12/15/2020
¿La entidad de salud ha realizado inspección sanitaria a la fuente? Con la ayuda del encargado del sistema o por consulta de registros de las autoridades territoriales, ambientales o de salud, identifique si la fuente ha sido inspeccionada por la entidad de salud del territorio.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
Observaciones Escriba la información complementaria a las preguntas anteriores que considere importante para conocer el estado de la fuente.	Se perdió la concesión de aguas en el 2009

Descripción de las fuentes de abastecimiento del sistema	
Nombre de la fuente de abastecimiento	Sector la escuela

<p>Imagen/es: Fuente de abastecimiento de agua</p>	
<p>Ubicación geográfica de la fuente de abastecimiento La ubicación geográfica de la fuente de abastecimiento puede ser igual a de la bocatoma, según lo que se considere más oportuno para el diagnóstico.</p>	<p>Longitud: -73.80316 Latitud: 5.35523</p>
<p>¿La fuente es principal o alterna? (Seleccione solo una de las opciones). Con la experiencia del fontanero o del encargado del sistema, identifique si la fuente que se registra en esta ficha es principal o alterna, anote observaciones y posibles acciones de mejora.</p>	<p><input type="checkbox"/> Principal: Se entiende por fuente principal, aquella que aporta la mayoría del caudal que abastece el sistema, o aquella que asegura la disponibilidad de agua en el sistema durante la mayor parte del año.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Alterna: Se entiende por fuente alterna, aquella que contribuye a incrementar el caudal de agua disponible, o aquella que se emplea durante algunas épocas del año.</p>
<p>Anotaciones: Fuente principal o alterna Teniendo en cuenta la pregunta anterior. Anote observaciones y posibles acciones de mejora.</p>	
<p>¿Cuál es el tipo de fuente de abastecimiento? (Seleccione solo una de las opciones). Con la experiencia del fontanero o del encargado del sistema, o por inspección visual, identifique el tipo de fuente de abastecimiento que se registra en</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Superficial: Son aquellas aguas que existen sobre la superficie de la Tierra, p. ej Ríos, lagos, embalses, arroyos, etc. Pueden ser detenidas, cuando están acumuladas e inmóviles en depósitos naturales o artificiales, tales como lagos, lagunas, pantanos, charcas, ciénagas, estanques o embalses; y corrientes, por cauces naturales o artificiales.</p> <p><input type="checkbox"/> Subterránea: Son aquellas aguas ocultas debajo de la</p>

<p>esta ficha.</p>	<p>superficie del suelo que brotan en forma natural, como las fuentes y manantiales captados en el sitio de afloramiento o las que requieren para su alumbramiento obras como pozos, galerías filtrantes u otras similares. Incluyen manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares.</p> <p><input type="checkbox"/> Captación de aguas atmosféricas (Lluvias / Niebla / Rocío)</p> <p><input type="checkbox"/> Conexión a otro sistema por tubería: Cuando el sistema se encuentra interconectado con otro, o cuando se abastece de agua de otro sistema mediante una conexión por tubería.</p> <p><input type="checkbox"/> Transporte de agua en vehículos (terrestre, fluvial, aéreo): Transportarse agua potable en vehículos, hasta las viviendas o a una pila pública. Para otras alternativas de suministro se puede transportar agua no tratada, pero ello representa riesgo para la salud.</p>
<p>Anotaciones: Tipo de fuente de abastecimiento Teniendo en cuenta la pregunta anterior. Anote observaciones y posibles acciones de mejora.</p>	
<p>¿Se realiza medición del caudal en la fuente de abastecimiento? (Seleccione solo una opción).</p>	<p><input type="checkbox"/> SI</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>
<p>¿La fuente de abastecimiento ofrece suficiente agua para las necesidades de la comunidad? (Seleccione solo una opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros determine si el agua que ofrece la fuente es suficiente o no para la población que se abastece del sistema.</p>	<p><input type="checkbox"/> Siempre suficiente: El agua de la fuente alcanza para para cubrir las diferentes necesidades de la población y está disponible y es suficiente en todas las épocas del año.</p> <p><input type="checkbox"/> A veces insuficiente: La fuente cuenta con agua disponible en algunas épocas del año o cuenta con agua en cantidades insuficientes para todas las necesidades de la población durante algunas épocas del año.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Siempre insuficiente: La fuente no provee agua suficiente en todas las épocas del año, ni alcanza para cubrir las necesidades de la población.</p>
<p>Anotaciones: Oferta de agua suficiente en la fuente de abastecimiento para las necesidades de la comunidad. Teniendo en cuenta la pregunta anterior. Anote detalles para ilustrar las deficiencias de la fuente y posibles acciones de</p>	

mejora.	
<p>¿Cuáles son los usos del suelo alrededor de la fuente abastecedora? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique las actividades que se realizan alrededor de la fuente de abastecimiento, dentro de los 100 metros a la redonda desde el punto de toma del agua (captación).</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Cultivos: Tierras dedicadas a sembradíos - agricultura tradicional (manual y de pequeña escala productiva) o agricultura empresarial (tecnificada y con producción de gran escala productiva), sin diferenciar los productos que se siembren.</p> <p><input type="checkbox"/> Jardinería: Tierras dedicadas a la siembra de flores, árboles, hortalizas, o verduras (huertos), ya sea por estética, por gusto o para la alimentación, sin interés económico.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ganadería: Uso de la tierra para la cría de ganado para su explotación y comercio, incluye las actividades pecuarias, porcinas y equinas.</p> <p><input type="checkbox"/> Producción Avícola: Uso de la tierra para la cría de aves (patos, pavos, gansos, perdices, faisanes, codornices, avestruces, entre otras) con fines productivos ya sea de carne, huevos o aves comerciales.</p> <p><input type="checkbox"/> Explotación Forestal: Uso de la tierra para la ubicación de plantaciones Forestales con Fines Comerciales. (Árboles para producción de aceites vegetales, fabricación de lápiz o papel, entre otros).</p> <p><input type="checkbox"/> Explotación industrial: Uso del suelo para la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos, incluido el petróleo.</p> <p><input type="checkbox"/> Áreas Protegidas: Usos del suelo con objetivos específicos de conservación debidamente, delimitados, declarados, alinderados y administrados.</p> <p><input type="checkbox"/> Viviendas campestres / actividades recreativas: Uso de la tierra para el asentamiento de viviendas de parcelaciones campestres o para actividades recreativas y de esparcimiento o deportivas.</p> <p><input type="checkbox"/> Otros usos</p>
<p>Anotaciones: Uso de suelo alrededor de la fuente abastecedora Teniendo en cuenta la pregunta</p>	

<p>anterior. Anote los detalles que considere oportunos.</p>	
<p>¿Existen medidas de protección de la fuente abastecedora? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique si la fuente abastecedora tiene medidas de protección ya sea instaladas en el sitio o documentales.</p>	<p><input type="checkbox"/> Cerramiento: Existe cercado o encerramiento que limita el acceso a la fuente, construido o instalado en cualquier material.</p> <p><input type="checkbox"/> Delimitación del perímetro de la fuente de abastecimiento: Existe algún documento en el que se identifiquen los límites de la fuente de abastecimiento / o se ha realizado la delimitación del perímetro a proteger en algún documento.</p> <p><input type="checkbox"/> La fuente de abastecimiento está en una zona de protección: Existe alguna decisión territorial o un documento que señale a la fuente de abastecimiento o sus alrededores como zona de protección (p ej. suelo de protección en el POT, Reserva de la sociedad civil, fallo judicial).</p> <p><input type="checkbox"/> Medidas de prevención de contaminación: Existen obras, instalaciones, vallas o actividades que prevengan la contaminación de la fuente por descargas de sustancias contaminantes, vertimientos o arrojamiento de residuos sólidos en su cauce.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No tiene ninguna protección: No existe ninguna medida, acción, obra o instalación para proteger la fuente.</p>
<p>¿Existen áreas naturales o zonas reforestadas alrededor de 100 metros de la fuente? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique la existencia de áreas verdes o zonas reforestadas con fines de protección de la fuente, presentes alrededor de 100 metros del punto de la toma de agua (captación).</p>	<p><input type="checkbox"/> SI</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>
<p>Anotaciones: Reforestación alrededor de la fuente. Anote los detalles que considere oportunos relacionados con la existencia de áreas naturales o zonas reforestadas alrededor de 100 metros de la fuente. Los árboles están vivos, descuidados o muertos.</p>	

<p>¿Existe información de la calidad del agua de la fuente? Con la ayuda del encargado del sistema o por consulta de registros de las autoridades territoriales, ambientales o de salud, identifique si la fuente tiene algún estudio de calidad del agua y sus resultados, o si existe el mapa de riesgo de la calidad del agua.</p>	<p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p>
<p>Información de calidad de agua de la fuente abastecedora Anote el resultado del estudio de calidad del agua de la fuente abastecedora, e identifique si el estudio incluye parámetros de agua para consumo humano.</p>	
<p>¿Tiene concesión de agua para usar la fuente de abastecimiento? Con la ayuda del encargado del sistema o algún integrante de la comunidad o algún representante de alguna de las autoridades; territorial, ambiental o de salud o por revisión documental identifique si la fuente de abastecimiento cuenta con permiso de aprovechamiento de las aguas superficiales.</p>	<p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p>
<p>¿Con que frecuencia revisan la captación y sus alrededores? (Seleccione solo una de las opciones). A través de pregunta al encargado del sistema o algún integrante de la comunidad, indague la frecuencia con la que se visita la fuente.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> 1 vez al mes <input type="checkbox"/> 1 vez al semestre <input type="checkbox"/> 1 vez al año <input type="checkbox"/> Casi nunca <input type="checkbox"/> No visita la captación</p>
<p>Última fecha de revisión o visita a la captación Indique la última fecha de revisión o visita a la captación, si cuenta con este dato.</p>	<p>02/17/2021</p>
<p>¿La entidad de salud ha realizado inspección sanitaria a la fuente? Con la ayuda del encargado del sistema o por consulta de registros de las autoridades territoriales,</p>	<p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p>

ambientales o de salud, identifique si la fuente ha sido inspeccionada por la entidad de salud del territorio.	
Observaciones Escriba la información complementaria a las preguntas anteriores que considere importante para conocer el estado de la fuente.	

2.2. Identificación de escenarios de riesgo en la fuente de abastecimiento (solo para fuentes de abastecimiento superficial o subterránea)

Identificación de escenarios de riesgo en la fuente de abastecimiento	
<p>¿Ha identificado algunas de estas acciones u obras que puedan afectar la calidad del agua de la fuente? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique la presencia de alguno de los siguientes escenarios de riesgos para la calidad del agua de la fuente. También puede hallar información en los registros del municipio o de las autoridades ambientales o de salud.</p>	<p><input type="checkbox"/> Descargas de Letrinas: Las viviendas aledañas, descargan sus letrinas o unidades sanitarias a la fuente o superficialmente o por ductos o tuberías enterradas.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Presencia de Abrevaderos: En las orillas de la fuente se han realizado obras, adecuaciones o instalado pequeños almacenamientos o aposamientos de agua que permiten el flujo del líquido sin interrupción y que son usados para dar de beber a los animales.</p> <p><input type="checkbox"/> Vertimientos de aguas residuales domésticas: Existen ductos o tuberías superficiales o enterradas que viertan aguas residuales domésticas provenientes del lavado de utensilios de cocina, ropas, áreas de la vivienda, de criaderos, galpones o establos, no sanitarias producidas por las actividades propias de la vivienda rural y cuyos fines sean la subsistencia familiar.</p> <p><input type="checkbox"/> Vertimientos de residuales provenientes de industria o agroindustria: Existen ductos o tuberías superficiales o enterradas que viertan aguas residuales provenientes de actividades de la explotación del suelo con fines productivos de gran escala y con intención de lucro financiero (minería, agroindustria, ganadería extensiva, entre otros).</p> <p><input type="checkbox"/> Puentes, canales o pasos de vía: Los puentes son infraestructuras construidas sobre o en un costado del cauce de la fuente de abastecimiento, para el paso de personas, animales o vehículos. Los canales son ductos no cubiertos naturales o artificiales construidos sobre o a un costado del</p>

	<p>cauce de la fuente de abastecimiento, para la conducción de fluidos naturales o mezclas con sustancias líquidas. Los pasos de vía son adecuaciones naturales o artificiales que atraviesan el cauce de la fuente para permitir el paso de personas, animales o vehículos sin el uso de infraestructura que impida el flujo del agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Pasos de Oleoductos: Existe un paso de oleoducto o un oleoducto que atraviese la fuente de agua y que su estado presente riesgo de contaminación del agua.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Distritos de Riego: Es el drenaje del caudal de agua de la fuente a través de obras o infraestructuras cuyo fin es el riego de cultivos de gran escala.</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguna: Seleccione cuando no exista ninguna afectación alrededor de la fuente abastecedora</p>
<p>Anotaciones: Acciones u obras que puedan afectar la calidad del agua de la fuente Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como posibles acciones de mejora.</p>	
<p>¿Existe alguno de estas amenazas de contaminación del agua por presencia de actividad agrícola y/o ganadera cerca a la fuente de abastecimiento? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique la presencia de los siguientes peligros de contaminación del agua.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Pastoreo de animales (a menos de 10 metros): Existe pastoreo de animales alrededor de la fuente.</p> <p><input type="checkbox"/> Procesamiento de desperdicios animales: Existen instalaciones de procesamiento de desperdicios de animales, ya sea para la fabricación de productos concentrados o para separación y selección de restos de animales para diferentes usos.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Uso de fertilizante: Existen siembras o cultivos que usan fertilizantes.</p> <p><input type="checkbox"/> Uso de pesticidas: Existen siembras o cultivos que usan pesticidas o sustancias para el control de malezas o plagas.</p> <p><input type="checkbox"/> Irrigación o drenaje: Existen irrigaciones o drenajes naturales o artificiales que desvíen el caudal del agua para usos privados y la producción de actividades agrícolas.</p>

<p>Anotaciones: Amenazas de contaminación del agua Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como posibles acciones de mejora.</p>	
<p>¿La fuente está rodeada por un dique o un canal de desviación de aguas que pueda contaminarlo potencialmente? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique si la fuente está rodeada por alguna de estas obras o infraestructuras.</p>	<p>NO</p>

Identificación de escenarios de riesgo en la fuente de abastecimiento

<p>¿Ha identificado algunas de estas acciones u obras que puedan afectar la calidad del agua de la fuente? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique la presencia de alguno de los siguientes escenarios de riesgos para la calidad del agua de la fuente. También puede hallar información en los registros del municipio o de las autoridades ambientales o de salud.</p>	<p><input type="checkbox"/> Descargas de Letrinas: Las viviendas aledañas, descargan sus letrinas o unidades sanitarias a la fuente o superficialmente o por ductos o tuberías enterradas.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Presencia de Abrevaderos: En las orillas de la fuente se han realizado obras, adecuaciones o instalado pequeños almacenamientos o aposamientos de agua que permiten el flujo del líquido sin interrupción y que son usados para dar de beber a los animales.</p> <p><input type="checkbox"/> Vertimientos de aguas residuales domésticas: Existen ductos o tuberías superficiales o enterradas que viertan aguas residuales domésticas provenientes del lavado de utensilios de cocina, ropas, áreas de la vivienda, de criaderos, galpones o establos, no sanitarias producidas por las actividades propias de la vivienda rural y cuyos fines sean la subsistencia familiar.</p> <p><input type="checkbox"/> Vertimientos de residuales provenientes de industria o agroindustria: Existen ductos o tuberías superficiales o enterradas que viertan aguas residuales provenientes de actividades de la explotación del suelo con fines productivos de gran escala y con intención de lucro financiero (minería,</p>
---	---

	<p>agroindustria, ganadería extensiva, entre otros).</p> <p><input type="checkbox"/> Puentes, canales o pasos de vía: Los puentes son infraestructuras construidas sobre o en un costado del cauce de la fuente de abastecimiento, para el paso de personas, animales o vehículos. Los canales son ductos no cubiertos naturales o artificiales construidos sobre o a un costado del cauce de la fuente de abastecimiento, para la conducción de fluidos naturales o mezclas con sustancias líquidas. Los pasos de vía son adecuaciones naturales o artificiales que atraviesan el cauce de la fuente para permitir el paso de personas, animales o vehículos sin el uso de infraestructura que impida el flujo del agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Pasos de Oleoductos: Existe un paso de oleoducto o un oleoducto que atraviese la fuente de agua y que su estado presente riesgo de contaminación del agua.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Distritos de Riego: Es el drenaje del caudal de agua de la fuente a través de obras o infraestructuras cuyo fin es el riego de cultivos de gran escala.</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguna: Seleccione cuando no exista ninguna afectación alrededor de la fuente abastecedora</p>
<p>Anotaciones: Acciones u obras que puedan afectar la calidad del agua de la fuente Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como posibles acciones de mejora.</p>	
<p>¿Existe alguno de estas amenazas de contaminación del agua por presencia de actividad agrícola y/o ganadera cerca a la fuente de abastecimiento? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique la presencia de los siguientes peligros de contaminación del agua.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Pastoreo de animales (a menos de 10 metros): Existe pastoreo de animales alrededor de la fuente.</p> <p><input type="checkbox"/> Procesamiento de desperdicios animales: Existen instalaciones de procesamiento de desperdicios de animales, ya sea para la fabricación de productos concentrados o para separación y selección de restos de animales para diferentes usos.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Uso de fertilizante: Existen siembras o cultivos que usan fertilizantes.</p> <p><input type="checkbox"/> Uso de pesticidas: Existen siembras o cultivos que usan</p>

	<p>pesticidas o sustancias para el control de malezas o plagas.</p> <p><input type="checkbox"/> Irrigación o drenaje: Existen irrigaciones o drenajes naturales o artificiales que desvíen el caudal del agua para usos privados y la producción de actividades agrícolas.</p>
<p>Anotaciones: Amenazas de contaminación del agua</p> <p>Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como posibles acciones de mejora.</p>	
<p>¿La fuente está rodeada por un dique o un canal de desviación de aguas que pueda contaminarlo potencialmente?</p> <p>Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique si la fuente está rodeada por alguna de estas obras o infraestructuras.</p>	NO

2.3. Matriz de cumplimiento normativo de la fuente de abastecimiento

La evaluación de cada criterio se debe realizar en una escala de 1 a 10. Donde 10 representa el cumplimiento del criterio analizado y 1 represente el incumplimiento de este. Dentro de la escala de 2 a 9 represente el cumplimiento parcial y grado de este.

Cumplimiento normativo de la fuente de abastecimiento	
Periodo de diseño de 25 años	5
Los elementos que conforman los componentes del sistema, utilizan el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS adoptado por Colombia.	1
Se cuenta con catastro de redes actualizado (debe incluir tuberías existentes, válvulas, hidrantes).	1
Cuenta con el cálculo de la dotación bruta para el diseño de los componentes del sistema de acueducto.	1
El porcentaje de pérdidas técnicas máximas no superan el 25%.	5

<p>El K1 no supera 1,3 y el factor K2 no supera 1,6. Para poblaciones menores o iguales a 12.500 habitantes. (Tener en cuenta que, para poblaciones mayores de 12.500 habitantes, el K1 no puede superar 1,2 y el factor K2 no puede superar 1,5).</p>	5
<p>Los valores de dotación neta se encuentran entre 20 L/hb*día y 200 L/hb*día, diferenciando el volumen para atender las necesidades del consumo humano, actividades domésticas.</p>	5

3. Captación	
3.1. Descripción de la captación del sistema	
¿Cantidad de obras de captación del sistema?	2
Descripción de las obras de captación	
<p>¿Cuál es el tipo de captación? (Seleccione solo una opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de diseños o memorias técnicas o planos o registros de alguna de las entidades territoriales, ambientales o de salud, o por inspección visual, identifique el tipo de captación del sistema.</p>	<p><input type="checkbox"/> Presa: Es una barrera fabricada de piedra, hormigón o materiales sueltos, que se construye habitualmente sobre la fuente, con el objeto de almacenar agua para abastecer un sistema.</p> <p><input type="checkbox"/> Bocatoma (aguas superficiales): Es un conjunto de obras o infraestructuras que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua, que pueden ser de diferentes tipos como, lateral, sumergida, flotante, móvil, entre otros.</p> <p><input type="checkbox"/> Conexión o toma directa: Es la instalación de ductos o tuberías ya sea sumergidas, semisumergidas o superficiales que conducen el agua de la fuente hasta el sistema.</p> <p><input type="checkbox"/> Captación desde otro sistema: Es el abastecimiento de agua a través de una conexión por mangueras de una válvula a un carro tanque o vehículo que capta el agua para luego transportarla hasta el almacenamiento.</p> <p><input type="checkbox"/> Conexión a otro sistema por tubería: Es un conjunto de obras o infraestructuras de conexión por tubería que permite la toma de agua tratada para el abastecimiento de uno o varios sistemas de menor capacidad.</p> <p><input type="checkbox"/> Captación de aguas atmosféricas (Lluvias / Niebla / Rocío): Es el conjunto de obras o infraestructuras o superficies o mallas o materiales y almacenamientos que permiten la recolección de aquellas aguas que se encuentran en la</p>

	<p>atmósfera y que se pueden presentar a través de fenómenos naturales como la lluvia, la niebla o el rocío.</p> <p><input type="checkbox"/> Captación a través de pozos perforados (aguas subterráneas): Es el conjunto de obras, infraestructuras y sistemas de bombeo (manual, mecánico, eléctrico, fotovoltaico o eólico) instalados y utilizados para la sustracción de agua subterránea y cuyo objetivo es el abastecimiento del sistema de agua.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Otra: Reservorio.</p>
<p>Imagen/es: Infraestructura de captación</p>	
<p>Ubicación geográfica de la captación La ubicación geográfica de la captación puede ser igual a de la bocatoma, según lo que se considere más oportuno para el diagnóstico.</p>	<p>Longitud: -73.812 Latitud: 5.35938</p>
<p>¿Existe macro medición del caudal captado? (Seleccione solo una opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de diseños o memorias técnicas o planos o registros, o por inspección visual, identifique como se mide el</p>	<p><input type="checkbox"/> Se cuenta con un macromedidor y está funcionando</p> <p><input type="checkbox"/> Hay un macromedidor pero no funciona</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No se realiza medición del caudal captado</p>

<p>caudal. <i>Macromedición:</i> Es el conjunto de actividades y recursos que permiten medir el caudal, volumen, presión, niveles y otras mediciones hidráulicas del sistema de agua. <i>Macromedidor:</i> Es un equipo de medición de caudales, volúmenes, presiones y niveles del sistema de agua.</p>	
<p>¿Cuál es el número de viviendas que atiende el sistema? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de las entidades territoriales, ambientales o de salud o por medición propia o por planos o por datos de ubicación geográfica, identifique el número de viviendas que se abastecen del agua del sistema. Escriba el número de viviendas que se abastecen de agua del sistema.</p>	235
<p>¿Cuál es la población atendida por el sistema? Escriba el número de personas que se abastecen de agua del sistema. Si cuenta con catastro de usuarios, o ha realizado censo en las viviendas de la comunidad, informe su resultado. Si desconoce el número de personas, puede estimarlo multiplicando el número de viviendas por 3,1. Escriba el número de personas estimado que se abastecen de agua del sistema.</p>	1018
<p>¿Cuál uso le da la comunidad al agua del sistema? (Seleccione solo una opción).</p>	<input type="checkbox"/> Exclusivamente para consumo humano y doméstico <input checked="" type="checkbox"/> Incluye usos múltiples según las actividades de la zona
<p>¿Cuál es la demanda de agua para usos múltiples? (estimada) (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad, identifique si existe demanda de agua del sistema para otros usos diferentes al consumo humano y doméstico.</p>	<input checked="" type="checkbox"/> Consumo humano y doméstico: Humano - Agua para bebida y preparación de alimentos Doméstico - Agua para baño, lavado de utensilios de cocina, ropa, paños y áreas de la vivienda. Incluye también el agua del sistema que es empleada en: las instalaciones de centros de salud o de atención médica en la zona; instituciones educativas de educación preescolar, primaria, secundaria; otros centros de reunión y espacios para usos dotacionales. <input checked="" type="checkbox"/> Agua para otros usos de subsistencia de la familia rural: Alimentación de animales domésticos en pequeña escala, riego de huertas o jardines, otros procesos de transformación de alimentos o de artesanías en pequeña escala. <input checked="" type="checkbox"/> Agua para usos productivos de levante de animales: Agua para la crianza, levante y engorde de ganado, porcicultura,

	<p>avicultura u otras actividades de cría de animales en mediana y gran escala.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Agua para usos industriales: Agua que se suministra desde el sistema a industrias o fábricas de cualquier tipo.</p> <p><input type="checkbox"/> Agua para usos recreativos / turísticos: Agua que se suministra desde el sistema a infraestructuras dedicadas a el turismo o actividades recreativas, tales como hoteles, estaderos, piscinas.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Agua para riego: Agua empleada para el riego de cultivos, en mediana o gran escala.</p>
<p>Porcentaje aproximado del agua del sistema destinado para uno de los usos identificados Escriba el porcentaje aproximado del agua del sistema destinado para uno de los usos identificados, hasta completar el 100%.</p>	<p>No se cuenta con un calculo de los porcentajes de uso de agua</p>
<p>¿La captación es empleada para qué tipo de distribución? (Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema y de algún miembro de la comunidad y por inspección visual, identifique la opción que aplica.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Suministro de agua con distribución mediante redes: El agua se lleva por tuberías o mangueras hasta las viviendas. Cuando el sistema cuente con áreas atendidas con red de distribución hasta las viviendas y otras áreas con pila publica, debe señalarse esta opción.</p> <p><input type="checkbox"/> Abastecimiento de agua sin distribución: El agua se entrega solamente en pila publica o en otro tipo de almacenamiento, sin redes de distribución.</p>
<p>Identifique el mecanismo por el cual se impulsa la mayoría del caudal. (Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema y de algún miembro de la comunidad y por inspección visual, identifique la opción que aplica.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sistema por gravedad: Es un tipo de abastecimiento de agua en la que el agua cae por su propio peso desde una fuente elevada hasta los consumidores situados más abajo.</p> <p><input type="checkbox"/> Sistema por bombeo: Es un conjunto de estructuras que, mediante el uso de bombas, se extrae e impulsa el agua desde un punto de captación hasta las viviendas, pasando a través de una red de tuberías o ductos. El bombeo es necesario cuando el punto de captación está a un nivel inferior al de las viviendas.</p>
<p>¿Cuál es la frecuencia con la que revisa el estado y funcionalidad de la captación? (Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios o registros, identifique la frecuencia con la que se revisa el</p>	<p><input type="checkbox"/> Semanal: Una vez a la semana.</p> <p><input type="checkbox"/> Quincenal: Una vez cada 15 días.</p> <p><input type="checkbox"/> Mensual: Una vez al mes.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Trimestral: Una vez cada tres meses.</p>

estado de la captación.	<input type="checkbox"/> Eventual: Cada vez que se presenta interrupción del suministro de agua <input type="checkbox"/> Nunca: No se revisa en ningún momento.
¿Cuál fue el año de la construcción de las primeras obras para la captación?	1.992
Anotaciones: Año de la construcción de las primeras obras para la captación Teniendo en cuenta la pregunta anterior. Anote las observaciones que considere oportunas.	
¿En el último año, se han realizado operaciones de mantenimiento en la captación? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de las entidades territoriales, ambientales o de salud, identifique si se realiza mantenimiento en la captación.	<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza de los componentes: Retiro de residuos, hojas, material vegetal, raíces u otros elementos <input checked="" type="checkbox"/> Reparaciones menores: integrantes de la comunidad, como remoción de piedras otros materiales, construcción de diques o barricadas, entre otros. <input type="checkbox"/> Reposiciones: Son cambios de partes de la obra o infraestructura de captación que puede hacer el encargado del sistema o con ayuda de la comunidad, entre los más comunes, el cambio de rejillas, mallas, tapas, mangueras, entre otros.
Anotaciones: Operaciones de mantenimiento en la captación en el último año Anote los detalles que estime útiles para proponer acciones de mejora.	Control preventivo
¿En los últimos tres años, se ha realizado alguna acción de rehabilitación en la captación? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios o registros, identifique las acciones de rehabilitación en la captación.	<input type="checkbox"/> Construcción o expansión: Corresponde a las obras nuevas o de optimización de la captación. <input checked="" type="checkbox"/> Reparación: Es el arreglo de cualquier parte de la captación para asegurar su funcionamiento. <input checked="" type="checkbox"/> Reemplazo o cambio de materiales, estructuras o instrumentos: Incluye los materiales, estructuras o equipos que hacen parte de la captación.
Anotaciones: Acciones de rehabilitación en la captación en los últimos tres años Anote los detalles que estime	


útiles para proponer acciones de mejora.

Descripción de las obras de captación

¿Cuál es el tipo de captación?

(Seleccione solo una opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de diseños o memorias técnicas o planos o registros de alguna de las entidades territoriales, ambientales o de salud, o por inspección visual, identifique el tipo de captación del sistema.

- Presa: Es una barrera fabricada de piedra, hormigón o materiales sueltos, que se construye habitualmente sobre la fuente, con el objeto de almacenar agua para abastecer un sistema.
- Bocatoma (aguas superficiales): Es un conjunto de obras o infraestructuras que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua, que pueden ser de diferentes tipos como, lateral, sumergida, flotante, móvil, entre otros.
- Conexión o toma directa: Es la instalación de ductos o tuberías ya sea sumergidas, semisumergidas o superficiales que conducen el agua de la fuente hasta el sistema.
- Captación desde otro sistema: Es el abastecimiento de agua a través de una conexión por mangueras de una válvula a un carrotanque o vehículo que capta el agua para luego transportarla hasta el almacenamiento.
- Conexión a otro sistema por tubería: Es un conjunto de obras o infraestructuras de conexión por tubería que permite la toma de agua tratada para el abastecimiento de uno o varios sistemas de menor capacidad.
- Captación de aguas atmosféricas (Lluvias / Niebla / Rocío): Es el conjunto de obras o infraestructuras o superficies o mallas o materiales y almacenamientos que permiten la recolección de aquellas aguas que se encuentran en la atmósfera y que se pueden presentar a través de fenómenos naturales como la lluvia, la niebla o el rocío.
- Captación a través de pozos perforados (aguas subterráneas): Es el conjunto de obras, infraestructuras y sistemas de bombeo (manual, mecánico, eléctrico, fotovoltaico o eólico) instalados y utilizados para la sustracción de agua subterránea y cuyo objetivo es el abastecimiento del sistema de agua.


<p>Imagen/es: Infraestructura captación</p>	<p>de</p>		
<p>Ubicación geográfica de la captación La ubicación geográfica de la captación puede ser igual a de la bocatoma, según lo que se considere más oportuno para el diagnóstico.</p>	<p>Longitud: -73.812 Latitud: 5.35938</p>		
<p>¿Existe macro medición del caudal captado? (Seleccione solo una opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de diseños o memorias técnicas o planos o registros, o por inspección visual, identifique como se mide el caudal. <i>Macromedición:</i> Es el conjunto de actividades y recursos que permiten medir el caudal, volumen, presión, niveles y otras mediciones hidráulicas del sistema de agua. <i>Macromedidor:</i> Es un equipo de medición de caudales, volúmenes, presiones y niveles del sistema de agua.</p>	<p><input type="checkbox"/> Se cuenta con un macromedidor y está funcionando</p> <p><input type="checkbox"/> Hay un macromedidor pero no funciona</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No se realiza medición del caudal captado</p>		

<p>¿Cuál es el número de viviendas que atiende el sistema? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de las entidades territoriales, ambientales o de salud o por medición propia o por planos o por datos de ubicación geográfica, identifique el número de viviendas que se abastecen del agua del sistema. Escriba el número de viviendas que se abastecen de agua del sistema.</p>	235
<p>¿Cuál es la población atendida por el sistema? Escriba el número de personas que se abastecen de agua del sistema. Si cuenta con catastro de usuarios, o ha realizado censo en las viviendas de la comunidad, informe su resultado. Si desconoce el número de personas, puede estimarlo multiplicando el número de viviendas por 3,1. Escriba el número de personas estimado que se abastecen de agua del sistema.</p>	1018
<p>¿Cuál uso le da la comunidad al agua del sistema? (Seleccione solo una opción).</p>	<p><input type="checkbox"/> Exclusivamente para consumo humano y doméstico</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Incluye usos múltiples según las actividades de la zona</p>
<p>¿Cuál es la demanda de agua para usos múltiples? (estimada) (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad, identifique si existe demanda de agua del sistema para otros usos diferentes al consumo humano y doméstico.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Consumo humano y doméstico: Humano - Agua para bebida y preparación de alimentos Doméstico - Agua para baño, lavado de utensilios de cocina, ropa, paños y áreas de la vivienda. Incluye también el agua del sistema que es empleada en: las instalaciones de centros de salud o de atención médica en la zona; instituciones educativas de educación preescolar, primaria, secundaria; otros centros de reunión y espacios para usos dotacionales.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Agua para otros usos de subsistencia de la familia rural: Alimentación de animales domésticos en pequeña escala, riego de huertas o jardines, otros procesos de transformación de alimentos o de artesanías en pequeña escala.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Agua para usos productivos de levante de animales: Agua para la crianza, levante y engorde de ganado, porcicultura, avicultura u otras actividades de cría de animales en mediana y gran escala.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Agua para usos industriales: Agua que se suministra desde el sistema a industrias o fábricas de cualquier tipo.</p> <p><input type="checkbox"/> Agua para usos recreativos / turísticos: Agua que se suministra desde el sistema a infraestructuras dedicadas a el turismo o actividades recreativas, tales como hoteles, estaderos, piscinas.</p>

	<input checked="" type="checkbox"/> Agua para riego: Agua empleada para el riego de cultivos, en mediana o gran escala.
Porcentaje aproximado del agua del sistema destinado para uno de los usos identificados Escriba el porcentaje aproximado del agua del sistema destinado para uno de los usos identificados, hasta completar el 100%.	No se conoce el porcentaje aproximado del uso de agua
¿La captación es empleada para qué tipo de distribución? (Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema y de algún miembro de la comunidad y por inspección visual, identifique la opción que aplica.	<input checked="" type="checkbox"/> Suministro de agua con distribución mediante redes: El agua se lleva por tuberías o mangueras hasta las viviendas. Cuando el sistema cuente con áreas atendidas con red de distribución hasta las viviendas y otras áreas con pila pública, debe señalarse esta opción. <input type="checkbox"/> Abastecimiento de agua sin distribución: El agua se entrega solamente en pila pública o en otro tipo de almacenamiento, sin redes de distribución.
Identifique el mecanismo por el cual se impulsa la mayoría del caudal. (Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema y de algún miembro de la comunidad y por inspección visual, identifique la opción que aplica.	<input checked="" type="checkbox"/> Sistema por gravedad: Es un tipo de abastecimiento de agua en la que el agua cae por su propio peso desde una fuente elevada hasta los consumidores situados más abajo. <input type="checkbox"/> Sistema por bombeo: Es un conjunto de estructuras que, mediante el uso de bombas, se extrae e impulsa el agua desde un punto de captación hasta las viviendas, pasando a través de una red de tuberías o ductos. El bombeo es necesario cuando el punto de captación está a un nivel inferior al de las viviendas.
¿Cuál es la frecuencia con la que revisa el estado y funcionalidad de la captación? (Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios o registros, identifique la frecuencia con la que se revisa el estado de la captación.	<input type="checkbox"/> Semanal: Una vez a la semana. <input type="checkbox"/> Quincenal: Una vez cada 15 días. <input checked="" type="checkbox"/> Mensual: Una vez al mes. <input type="checkbox"/> Trimestral: Una vez cada tres meses. <input type="checkbox"/> Eventual: Cada vez que se presenta interrupción del suministro de agua <input type="checkbox"/> Nunca: No se revisa en ningún momento.
¿Cuál fue el año de la construcción de las primeras obras para la captación?	1.992

<p>Anotaciones: Año de la construcción de las primeras obras para la captación Teniendo en cuenta la pregunta anterior. Anote las observaciones que considere oportunas.</p>	
<p>¿En el último año, se han realizado operaciones de mantenimiento en la captación? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de las entidades territoriales, ambientales o de salud, identifique si se realiza mantenimiento en la captación.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Limpieza de los componentes: Retiro de residuos, hojas, material vegetal, raíces u otros elementos</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Reparaciones menores: integrantes de la comunidad, como remoción de piedras otros materiales, construcción de diques o barricadas, entre otros.</p> <p><input type="checkbox"/> Reposiciones: Son cambios de partes de la obra o infraestructura de captación que puede hacer el encargado del sistema o con ayuda de la comunidad, entre los más comunes, el cambio de rejillas, mallas, tapas, mangueras, entre otros.</p>
<p>Anotaciones: Operaciones de mantenimiento en la captación en el último año Anote los detalles que estime útiles para proponer acciones de mejora.</p>	Control preventivo
<p>¿En los últimos tres años, se ha realizado alguna acción de rehabilitación en la captación? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios o registros, identifique las acciones de rehabilitación en la captación.</p>	<p><input type="checkbox"/> Construcción o expansión: Corresponde a las obras nuevas o de optimización de la captación.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Reparación: Es el arreglo de cualquier parte de la captación para asegurar su funcionamiento.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Reemplazo o cambio de materiales, estructuras o instrumentos: Incluye los materiales, estructuras o equipos que hacen parte de la captación.</p>
<p>Anotaciones: Acciones de rehabilitación en la captación en los últimos tres años Anote los detalles que estime útiles para proponer acciones de mejora.</p>	

3.2. Identificación de escenarios de riesgo en la captación

Escenarios de riesgo en la captación del sistema	
<p>¿La infraestructura de la captación presenta daños o averías? (Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique el estado de la infraestructura de captación.</p>	<p><input type="checkbox"/> No hay daños o averías: La infraestructura no presenta deterioro y funciona sin interrupción.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Deterioro por uso: La infraestructura presenta deterioro relacionado con el uso que no impide el funcionamiento y opera sin interrupción. (Erosión, óxido, musgo, hongo, moho o vegetación Local).</p> <p><input type="checkbox"/> Daños Visibles: La infraestructura presenta daños detectables a la vista y que pueden ser medibles y aunque no interrumpe la operación, presenta alteraciones en la funcionalidad de esta. (Humedades, filtraciones, fisuras, grietas, corrosión).</p> <p><input type="checkbox"/> Los daños comprometen el funcionamiento: La infraestructura presenta daños y averías fácilmente detectables a la vista y medibles que interrumpen o alteran la funcionalidad de esta o del sistema. (Socavación, pérdida de refuerzo, afectación de la estabilidad).</p>
<p>Imagen/es: Infraestructura de captación Si presenta daños o averías el sistema captación, anexe una o varias imágenes donde se evidencie el estado de la infraestructura.</p>	
<p>Anotaciones: Daños o averías de la infraestructura de captación Anote los detalles que estime</p>	

<p>útiles para proponer acciones de mejora.</p>	
<p>¿Las rejillas, mallas, tapas o compuertas de la captación presentan daños o averías? (Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique el estado de los elementos de la captación.</p>	<p><input type="checkbox"/> No hay daños o averías: Los elementos no presentan deterioro y funcionan sin interrupción.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Deterioro por uso: Los elementos presentan deterioro relacionado con el uso que no impide el funcionamiento y operan sin interrupción. (Oxido, musgo, hongo, moho o vegetación local en el exterior).</p> <p><input type="checkbox"/> Daños Visibles: La infraestructura presenta daños detectables a la vista y que pueden ser medibles y aunque no interrumpe la operación, presenta alteraciones en la funcionalidad de esta. (Corrosión parcial, espaciamiento, torceduras, fractura).</p> <p><input type="checkbox"/> Los daños comprometen el funcionamiento: La infraestructura presenta daños y averías fácilmente detectables a la vista y medibles que interrumpen o alteran la funcionalidad de esta o del sistema. (Fracturas grandes, corrosión completa).</p>
<p>Anotaciones: Daños o averías en las rejillas, mallas, tapas o compuertas de la captación Anote los detalles que estime útiles para proponer acciones de mejora.</p>	
<p>¿Faltan elementos de la captación? (Seleccione una sola opción). Dependiendo del tipo de captación que exista, evalúe si cuenta con todos los elementos para su funcionamiento.</p>	<p>NO</p>
<p>¿La antigüedad de la infraestructura de captación puede generar peligro al sistema? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual o por consulta de registros de operación o de mantenimiento identifique si la antigüedad de la infraestructura puede afectar el</p>	<p>NO</p>

abastecimiento de agua.	
<p>¿Ha identificado derivaciones desde la captación? (autorizadas o no autorizadas)</p> <p>Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique si la captación tiene derivaciones de agua para otro sistema u otros usos.</p>	Desviaciones antes de los medidores
<p>Estado físico de la infraestructura de captación de agua</p> <p>Con la ayuda del encargado del sistema y de algún miembro de la comunidad y por inspección visual, evalúe el estado de la captación, seleccione una de las siguientes opciones:</p>	<p><input type="checkbox"/> Bueno: Infraestructura en funcionamiento con todos los componentes en buena condición física</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Regular: Infraestructura en funcionamiento con necesidad de mejorar el mantenimiento. El problema puede ser resuelto por la comunidad</p> <p><input type="checkbox"/> Malo: Infraestructura en funcionamiento o no con necesidad de inversión para reposición de componentes, que requiere apoyo externo</p> <p><input type="checkbox"/> No opera: Infraestructura que no está funcionando y requiere de rehabilitación completa, y necesidad de Inversiones que sobrepasan la capacidad financiera de la comunidad</p>
<p>Observaciones sobre el estado de la captación</p> <p>Escriba la información complementaria que considere importante sobre el estado de la captación.</p>	

Escenarios de riesgo en la captación del sistema	
<p>¿La infraestructura de la captación presenta daños o averías?</p> <p>(Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique el estado de la infraestructura de captación.</p>	<p><input type="checkbox"/> No hay daños o averías: La infraestructura no presenta deterioro y funciona sin interrupción.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Deterioro por uso: La infraestructura presenta deterioro relacionado con el uso que no impide el funcionamiento y opera sin interrupción. (Erosión, óxido, musgo, hongo, moho o vegetación Local).</p> <p><input type="checkbox"/> Daños Visibles: La infraestructura presenta daños</p>

	<p>detectables a la vista y que pueden ser medibles y aunque no interrumpe la operación, presenta alteraciones en la funcionalidad de esta. (Humedades, filtraciones, fisuras, grietas, corrosión).</p> <p><input type="checkbox"/> Los daños comprometen el funcionamiento: La infraestructura presenta daños y averías fácilmente detectables a la vista y medibles que interrumpen o alteran la funcionalidad de esta o del sistema. (Socavación, pérdida de refuerzo, afectación de la estabilidad).</p>
<p>Imagen/es: Infraestructura de captación</p> <p>Si presenta daños o averías el sistema captación, anexe una o varias imágenes donde se evidencie el estado de la infraestructura.</p>	
<p>Anotaciones: Daños o averías de la infraestructura de captación</p> <p>Anote los detalles que estime útiles para proponer acciones de mejora.</p>	
<p>¿Las rejillas, mallas, tapas o compuertas de la captación presentan daños o averías?</p> <p>(Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique el estado de los elementos de la captación.</p>	<p><input type="checkbox"/> No hay daños o averías: Los elementos no presentan deterioro y funcionan sin interrupción.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Deterioro por uso: Los elementos presentan deterioro relacionado con el uso que no impide el funcionamiento y operan sin interrupción. (Oxido, musgo, hongo, moho o vegetación local en el exterior).</p> <p><input type="checkbox"/> Daños Visibles: La infraestructura presenta daños detectables a la vista y que pueden ser medibles y aunque no interrumpe la operación, presenta alteraciones en la funcionalidad de esta. (Corrosión parcial, espaciamiento, torceduras, fractura).</p> <p><input type="checkbox"/> Los daños comprometen el funcionamiento: La infraestructura presenta daños y averías fácilmente detectables a la vista y medibles que interrumpen o alteran la funcionalidad de esta o del sistema. (Fracturas grandes, corrosión completa).</p>

<p>Anotaciones: Daños o averías en las rejillas, mallas, tapas o compuertas de la captación</p> <p>Anote los detalles que estime útiles para proponer acciones de mejora.</p>	
<p>¿Faltan elementos de la captación?</p> <p>(Seleccione una sola opción). Dependiendo del tipo de captación que exista, evalúe si cuenta con todos los elementos para su funcionamiento.</p>	NO
<p>¿La antigüedad de la infraestructura de captación puede generar peligro al sistema?</p> <p>Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual o por consulta de registros de operación o de mantenimiento identifique si la antigüedad de la infraestructura puede afectar el abastecimiento de agua.</p>	NO
<p>¿Ha identificado derivaciones desde la captación? (autorizadas o no autorizadas)</p> <p>Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual, identifique si la captación tiene derivaciones de agua para otro sistema u otros usos.</p>	Desviaciones antes del medidor
<p>Estado físico de la infraestructura de captación de agua</p> <p>Con la ayuda del encargado del sistema y de algún miembro de la comunidad y por inspección visual, evalúe el estado de la captación, seleccione una de las siguientes opciones:</p>	<p><input type="checkbox"/> Bueno: Infraestructura en funcionamiento con todos los componentes en buena condición física</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Regular: Infraestructura en funcionamiento con necesidad de mejorar el mantenimiento. El problema puede ser resuelto por la comunidad</p> <p><input type="checkbox"/> Malo: Infraestructura en funcionamiento o no con necesidad de inversión para reposición de componentes, que requiere apoyo externo</p> <p><input type="checkbox"/> No opera: Infraestructura que no está funcionando y requiere de rehabilitación completa, y necesidad de Inversiones que sobrepasan la capacidad financiera de la</p>

	comunidad
Observaciones sobre el estado de la captación Escriba la información complementaria que considere importante sobre el estado de la captación.	

3.3. Matriz de cumplimiento normativo de la captación

La evaluación de cada criterio se debe realizar en una escala de 1 a 10. Donde 10 representa el cumplimiento del criterio analizado y 1 represente el incumplimiento de este. Dentro de la escala de 2 a 9 represente el cumplimiento parcial y grado de este.

Cumplimiento normativo de la captación del sistema

Para la elección de la fuente superficial se tuvo en cuenta requisitos hidrológicos como análisis de precipitación, escorrentía superficial, infiltración, evaporación, evapotranspiración, caudales, niveles, intensidad y dirección de los vientos, temperaturas.	1
Las captaciones se ubican en tramos rectos del cauce, o en la orilla externa de una curva.	1
Existe información de modelos hidrológicos en la cuenca de influencia del proyecto (Formaciones geológicas, zonas de recarga y descarga de la cuenta, hidráulica, hidro geoquímica, calidad del agua y áreas de protección del pozo).	1
Existen dispositivos de rejillas y cribado para evitar el ingreso de objetos gruesos.	1
La captación cuenta con elementos de control para devolver los excesos de agua captados al cauce para evitar el ingreso de caudales mayores al diseño al sistema de aducción.	5

4. Aducción/Conducción

4.1. Descripción de la conducción (Aducción / Conducción) del sistema
En este diagnóstico, no se hace diferencia entre aducción y conducción, para simplificar las observaciones de campo.

<p>¿Tiene una línea de conducción por ductos? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por inspección visual o por consulta de estudios, registros de operación o de mantenimiento identifique si la línea de conducción, la cual incluye la aducción, es por ductos o canales.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>¿Cuál es la longitud de la línea de conducción? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios, registros de operación o de mantenimiento o por medición, identifique la longitud de la línea de conducción, la cual incluye la aducción del sistema. Escriba el dato en metros lineales.</p>	<p>2.000</p>
<p>¿Cuál es diámetro interno de la línea de conducción principal? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios, registros de operación o de mantenimiento, identifique el diámetro medio de la línea de conducción, la cual incluye la aducción del sistema. Escriba el dato en pulgadas.</p>	<p>2</p>
<p>¿En qué material es la línea de conducción? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios, registros de operación o de mantenimiento, identifique el o los materiales de la línea de conducción, incluida la aducción o impulsión.</p>	<p><input type="checkbox"/> Acero: Tubería de acero, usada para el manejo de presiones internas y resistencia de cargas externas.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> PVC: Cloruro de polivinilo, es un plástico blanco rígido que se usa en la fabricación de tuberías para la conducción de aguas.</p> <p><input type="checkbox"/> Polipropileno: Tubería en material termo plástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo.</p> <p><input type="checkbox"/> PRFV: Son tubos de poliéster reforzado por fibra de vidrio, utilizadas para la conducción de aguas, especialmente aguas marítimas.</p> <p><input type="checkbox"/> Asbesto – Cemento: Asbesto – Cemento Materiales usados para la fabricación de tuberías que conducen aguas.</p> <p><input type="checkbox"/> Manguera: Ducto de conducción de líquidos, flexible, de uso manual, fabricado a partir de polietileno que permite la conducción de aguas.</p>
<p>¿Existen estructuras especiales en la línea de conducción? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Válvulas: Válvula es un instrumento de regulación y control de fluido. Una definición más completa describe la válvula como un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de (paso) de líquidos.</p>

<p>la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios, registros de operación o de mantenimiento, identifique si la línea de conducción, incluida la aducción y la impulsión tienen estructuras especiales.</p>	<p><input type="checkbox"/> Cámara Rompe Presión: Son estructuras pequeñas, cuya función principal es reducir la presión hidrostática del fluido en la línea de conducción de agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Anclajes: Estructura que proporciona sostenibilidad y apoyo a la tubería, según la pendiente del terreno.</p> <p><input type="checkbox"/> Puentes: Estructura fabricada en diferentes materiales que dan soporte a la línea de conducción del agua que va suspendida en el aire o elevada por estar ubicada sobre pasos de agua o terrenos inestables o rocosos.</p> <p><input type="checkbox"/> Sifones: Estructura o dispositivo que permite el paso del agua por debajo de una vía o camino, permitiendo mantener el nivel del agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguno</p>
<p>¿Cuál fue el año de la primera instalación de la línea de conducción? Indique el año de la primera instalación de la línea de conducción.</p>	<p>1.974</p>
<p>¿En el último año, se han realizado operaciones de mantenimiento en la línea de conducción? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de las entidades territoriales, ambientales o de salud, identifique si se realiza mantenimiento en la línea de conducción.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Limpieza de los componentes: Retiro de residuos, hojas, material vegetal, raíces u otros elementos.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Reparaciones menores: Arreglos menores que pueden realizar los integrantes de la comunidad, cambios de cauchos, ajustes de mangueras, arreglos de fugas de manquera, entre otros.</p> <p><input type="checkbox"/> Reposiciones: Son cambios de partes de la obra o infraestructura de captación que puede hacer el encargado del sistema o con ayuda de la comunidad, entre los más comunes, el cambio de rejillas, mallas, tapas, mangueras, entre otros.</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguna.</p>
<p>Anotaciones: Operaciones de mantenimiento en la línea de conducción Anote los detalles que estime útiles para proponer acciones de mejora.</p>	
<p>¿Qué acción de rehabilitación se realizó en la línea de conducción? (Seleccione una o varias de las</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Expansión: Es el aumento en la longitud de la línea de conducción, incluida la aducción.</p>

<p>opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios o registros, identifique las acciones de rehabilitación de la línea de conducción, incluida la aducción.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Reparación: Es el arreglo de cualquier parte de la línea de conducción, para evitar pérdidas del agua u obstrucciones en la conducción del líquido de forma normal.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Reemplazo o cambio de materiales, estructuras o instrumentos: Es el cambio de parcial o completo de los materiales, estructuras o instrumentos que conforman la línea de conducción.</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguna</p>
<p>Anotaciones: Acciones de rehabilitación realizadas en la línea de conducción Anote los detalles que estime útiles para proponer acciones de mejora.</p>	
<p>¿Cuál es la frecuencia con la que se revisa la línea de conducción? (Seleccione una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios o registros, identifique la frecuencia con que la comunidad o el fontanero revisa el estado de la línea de conducción, incluida la aducción.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Semanal: Una vez a la semana</p> <p><input type="checkbox"/> Quincenal: Una vez cada 15 días.</p> <p><input type="checkbox"/> Mensual: Una vez al mes.</p> <p><input type="checkbox"/> Trimestral: Una vez cada tres meses.</p> <p><input type="checkbox"/> Eventual: Cada vez que se presenta interrupción del suministro de agua, causado por la línea de conducción o aducción del sistema.</p> <p><input type="checkbox"/> Nunca: No se revisa en ningún momento.</p>
<p>Anotaciones: Frecuencia con la que se revisa la línea de conducción Anote los detalles que estime útiles para proponer acciones de mejora.</p>	

4.2. Identificación de escenarios de riesgo en la aducción y conducción

<p>¿Los componentes de la línea de conducción, incluida la aducción, han sufrido afectaciones por cambios de presión frecuentemente? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de</p>	<p>NO</p>
---	-----------

<p>registros, identifique si la línea de conducción, incluida la aducción han sufrido por cambios de presión.</p>	
<p>¿La línea de conducción, incluida la aducción, tiene antecedentes de daños por cambio de las condiciones naturales de la fuente?</p> <p>Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros, identifique si los cambios de las condiciones naturales de la fuente de agua han afectado la conducción.</p>	<p>Sequias</p>
<p>¿Tiene conocimiento acerca de la presencia de alguna de las siguientes situaciones en la conducción (Aducción / Conducción)?</p> <p>(Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros o por inspección visual, identifique si se presenta alguna de las siguientes situaciones en la conducción que impidan el suministro de agua al sistema.</p>	<p><input type="checkbox"/> Obstrucción: Es el cierre o estrechamiento del paso del agua por la línea de conducción, incluida la aducción, ya sea por la presencia de materiales, residuos o partículas o por cambio en las condiciones o características de la infraestructura del sistema o por cambio en las características o resistencia del material del ducto o por eventos naturales o imprevistos por acciones humanas.</p> <p><input type="checkbox"/> Abrasión: Es el desgaste del material de los ductos de conducción del agua, generado por la acción mecánica de rozamiento o fricción entre materiales o partículas o sustancias en contacto con estos.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Desgaste: Es el deterioro del material del ducto de conducción ya sea por adelgazamiento del espesor de las paredes del conducto o por pérdida de la resistencia de la tubería.</p> <p><input type="checkbox"/> Corrosión: Es el desgaste superficial de los ductos de la conducción, que sucede cuando los materiales de los ductos se exponen a cambios en las condiciones de operación o en las condiciones ambientales generados por eventos naturales o acciones humanas imprevistas.</p> <p><input type="checkbox"/> Vibraciones: Son los movimientos o resonancias presentes en los ductos de conducción de agua, causados por los cambios en la fuerza de impulsión o bombeo del agua o cambio en la velocidad del líquido.</p> <p><input type="checkbox"/> Cavitación: Es un fenómeno físico que deteriora los</p>

	<p>elementos de la conducción cuando se presentan cambios bruscos en la velocidad, la temperatura y la presión del agua que se conduce al sistema.</p> <p><input type="checkbox"/> Fuga: Es la pérdida del agua en el ducto de conducción causada por las roturas de los materiales de los ductos.</p> <p><input type="checkbox"/> Rotura: Es el rompimiento de los materiales de los ductos de conducción del agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Aplastamiento: Es el estrechamiento de los ductos de conducción hasta el impedimento del paso del agua, causado por una acción humana o un evento natural, en el cual el ducto pierde la resistencia y la forma.</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguno.</p>
<p>Anotaciones: Situaciones presentadas en la línea de conducción (Aducción / Conducción) Anote los detalles que estime útiles para proponer acciones de mejora.</p>	
<p>¿La antigüedad de la infraestructura puede generar falla a la línea de aducción/ conducción? Identifique si la antigüedad de la infraestructura de la línea de conducción, incluida la aducción puede afectar la funcionalidad del sistema.</p>	<p>NO</p>
<p>Estado físico de la infraestructura de aducción /conducción Con la ayuda del encargado del sistema y de algún miembro de la comunidad y por inspección visual, evalúe el estado de la aducción/conducción, seleccione una de las siguientes opciones:</p>	<p><input type="checkbox"/> Bueno: Infraestructura en funcionamiento con todos los componentes en buena condición física.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Regular: Infraestructura en funcionamiento con necesidad de mejorar el mantenimiento. El problema puede ser resuelto por la comunidad.</p> <p><input type="checkbox"/> Malo: Infraestructura en funcionamiento o no con necesidad de inversión para reposición de componentes, que requiere apoyo externo.</p> <p><input type="checkbox"/> No opera: Infraestructura que no está funcionando y requiere de rehabilitación completa, y necesidad de Inversiones que sobrepasan la capacidad financiera de la comunidad.</p>


Observaciones sobre el estado de la línea de aducción/conducción Escriba la información complementaria que considere importante sobre el estado de la captación.	
--	--

4.3. Matriz de cumplimiento normativo de la aducción y conducción	
La evaluación de cada criterio se debe realizar en una escala de 1 a 10. Donde 10 representa el cumplimiento del criterio analizado y 1 represente el incumplimiento de este. Dentro de la escala de 2 a 9 represente el cumplimiento parcial y grado de este.	
Los sistemas de conducción y aducción cuentan con un cálculo hidráulico que contemple condiciones operativas o de expansión.	1
Tiene sitios de salida para mediciones piezométricas y de caudal.	5
La línea desde la captación hasta la red de distribución es lo más corto posible, se evitan zonas de deslizamiento e inundaciones.	10
La velocidad mínima es de 0,5 m/s.	5
La velocidad máxima no supera los límites de velocidad recomendados para el material del ducto.	1
La presión es menor a la recomendada por el fabricante del ducto.	10
Los sitios de mediciones se localizan al inicio y al final en intervalos de máximo 1500 m (Es el caso, cuando la longitud de la tubería es mayor que 2000 m).	1
Se garantiza una presión dinámica mínima de 5 m en los puntos topográficos más elevados (Se toma como referencia la cota clave del ducto).	5
Se proyectaron las líneas de aducción o conducción garantizando una presión dinámica en las viviendas superior a 5 m.c.a.	5

5. Tratamiento	
5.1. Descripción del tratamiento del agua en el sistema	
¿Se trata el suministro de agua empleada para el consumo humano? (Seleccione la opción que se aplica)	<input type="checkbox"/> SI, en las viviendas con tratamiento intradomiciliar. <input type="checkbox"/> SI, con tratamiento centralizado.


para la mayoría de las viviendas atendidas con el suministro de agua).	<input checked="" type="checkbox"/> NO
¿El sistema de tratamiento está en funcionamiento al momento de este diagnóstico? (Seleccione una sola opción).	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
Imagen/es:	
¿Cómo se realiza la desinfección del agua? A través de pregunta al encargado del sistema o algún integrante de la comunidad o algún representante de las autoridades; territorial, ambiental o de salud o por revisión documental de estudios o registros, identifique la forma en que se desinfecta el agua en el sistema.	<input type="checkbox"/> Desinfecta el agua con cloro <input type="checkbox"/> Desinfecta el agua con otras sustancias diferentes al cloro <input checked="" type="checkbox"/> No se realiza desinfección del agua

6. Almacenamiento	
6.1. Descripción del almacenamiento colectivo del sistema	
¿Se cuenta con almacenamiento de agua en el sistema? Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

registros o por inspección visual, identifique si el sistema cuenta con almacenamiento de agua (entiéndase el almacenamiento colectivo)		
¿En qué infraestructura u obra se almacena el agua del sistema? (Seleccione una sola opción). Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de registros o por inspección visual, identifique la infraestructura u obra en la que se almacena el agua del sistema.		<input checked="" type="checkbox"/> Tanque de Almacenamiento <input type="checkbox"/> Reservorio de Agua <input type="checkbox"/> Alberca
¿Cantidad de estructuras de almacenamiento con los que cuenta el sistema?		2
Descripción de las estructuras de almacenamiento del sistema		
Ubicación geográfica Registre los datos de la posición geográfica de la infraestructura de almacenamiento.		Longitud: -73.81031 Latitud: 5.35966
Imagen/es: Infraestructura de almacenamiento		
¿Cuál es la capacidad de almacenamiento? Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de registros o por inspección visual, calcule la capacidad del almacenamiento usado. Escriba la capacidad del almacenamiento en metros cúbicos		180

(m ³).		
¿En qué año fue construido el almacenamiento? Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de registros, identifique el año en que fue construido el sistema.		1.995
¿Con qué frecuencia se realiza la limpieza del almacenamiento? (Seleccione una sola opción). Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o de mantenimiento identifique la frecuencia con la que se limpia el almacenamiento de agua.	<input type="checkbox"/> 1 vez a la semana <input type="checkbox"/> 1 vez quincenalmente <input type="checkbox"/> 1 vez al mes <input type="checkbox"/> Nunca	
Fecha de la última limpieza Escriba la fecha de la última limpieza realizada al almacenamiento.		
¿Cuánto tiempo permanece el agua almacenada? Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o de mantenimiento, identifique el tiempo que permanece el agua en el almacenamiento.	<input checked="" type="checkbox"/> Menos de 1 día <input type="checkbox"/> 1 día	
En el último año, ¿se han realizado operaciones de mantenimiento? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o mantenimiento, identifique si se realiza mantenimiento en el almacenamiento del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza de los componentes: Retiro de residuos, hojas, material vegetal, raíces u otros elementos <input type="checkbox"/> Reparaciones menores: Arreglos menores que pueden realizar los integrantes de la comunidad, cambios de cauchos, ajustes de mangueras, arreglos de fugas de manquera, entre otros. <input type="checkbox"/> Reposiciones: Son cambios de partes de la obra o infraestructura de captación que puede hacer el encargado del sistema o con ayuda de la comunidad, entre los más comunes, el cambio de rejillas, mallas, tapas, mangueras, entre otros.	
Anotaciones: Operaciones de mantenimiento en el almacenamiento en el último año Anote detalles que puedan ser útiles para las acciones de mejora.		

<p>¿En los últimos tres años, se han realizado acciones de rehabilitación en el almacenamiento?</p> <p>(Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios o registros, identifique las acciones de rehabilitación del almacenamiento del sistema de agua.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Expansión: Es el aumento en la capacidad de almacenamiento de agua.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Reparación: Es el arreglo de cualquier parte del almacenamiento, para evitar pérdidas del agua o ingreso de contaminantes al agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Reemplazo o cambio de materiales, estructuras o instrumentos: Es el cambio de parcial o completo de los materiales, estructuras o instrumentos que conforman el almacenamiento.</p>
<p>Anotaciones: Acciones de rehabilitación en el almacenamiento en los últimos tres años</p> <p>Anote detalles que puedan ser útiles para las acciones de mejora.</p>	<p>Cambio de la salida del registro y el rebose de agua que conecta al mismo sistema</p>

<p align="center">Descripción de las estructuras de almacenamiento del sistema</p>	
<p>Ubicación geográfica</p> <p>Registre los datos de la posición geográfica de la infraestructura de almacenamiento.</p>	<p>Longitud: -73.79838 Latitud: 5.34953</p>
<p>Imagen/es: Infraestructura de almacenamiento</p>	
<p>¿Cuál es la capacidad de almacenamiento?</p> <p>Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de registros o por inspección visual, calcule la capacidad del almacenamiento usado. Escriba la capacidad del almacenamiento en metros cúbicos (m³).</p>	<p align="center">180</p>
<p>¿En qué año fue construido el almacenamiento?</p> <p>Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de registros, identifique el año en</p>	<p align="center">1.995</p>

que fue construido el sistema.		
<p>¿Con qué frecuencia se realiza la limpieza del almacenamiento? (Seleccione una sola opción). Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o de mantenimiento identifique la frecuencia con la que se limpia el almacenamiento de agua.</p>	<input type="checkbox"/> 1 vez a la semana <input type="checkbox"/> 1 vez quincenalmente <input type="checkbox"/> 1 vez al mes <input type="checkbox"/> Nunca	
<p>Fecha de la última limpieza Escriba la fecha de la última limpieza realizada al almacenamiento.</p>		
<p>¿Cuánto tiempo permanece el agua almacenada? Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o de mantenimiento, identifique el tiempo que permanece el agua en el almacenamiento.</p>	<input checked="" type="checkbox"/> Menos de 1 día <input type="checkbox"/> 1 día	
<p>En el último año, ¿se han realizado operaciones de mantenimiento? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o mantenimiento, identifique si se realiza mantenimiento en el almacenamiento del sistema.</p>	<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza de los componentes: Retiro de residuos, hojas, material vegetal, raíces u otros elementos <input type="checkbox"/> Reparaciones menores: Arreglos menores que pueden realizar los integrantes de la comunidad, cambios de cauchos, ajustes de mangueras, arreglos de fugas de manquera, entre otros. <input type="checkbox"/> Reposiciones: Son cambios de partes de la obra o infraestructura de captación que puede hacer el encargado del sistema o con ayuda de la comunidad, entre los más comunes, el cambio de rejillas, mallas, tapas, mangueras, entre otros.	
<p>Anotaciones: Operaciones de mantenimiento en el almacenamiento en el último año Anote detalles que puedan ser útiles para las acciones de mejora.</p>	Buena infraestructura de almacenamiento. Tanques robustos	

<p>¿En los últimos tres años, se han realizado acciones de rehabilitación en el almacenamiento?</p> <p>(Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios o registros, identifique las acciones de rehabilitación del almacenamiento del sistema de agua.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Expansión: Es el aumento en la capacidad de almacenamiento de agua.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Reparación: Es el arreglo de cualquier parte del almacenamiento, para evitar pérdidas del agua o ingreso de contaminantes al agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Reemplazo o cambio de materiales, estructuras o instrumentos: Es el cambio de parcial o completo de los materiales, estructuras o instrumentos que conforman el almacenamiento.</p>
<p>Anotaciones: Acciones de rehabilitación en el almacenamiento en los últimos tres años</p> <p>Anote detalles que puedan ser útiles para las acciones de mejora.</p>	

<p>Observaciones sobre el estado de la infraestructura y equipos del almacenamiento</p> <p>Escriba la información complementaria que considere importante.</p>	
---	--

<p>6.2. Identificación de escenarios de riesgo del almacenamiento</p>	
<p>Escenarios de riesgo del almacenamiento del sistema</p>	
<p>¿Ha identificado alguno de los siguientes problemas en el almacenamiento?</p> <p>(Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o mantenimiento, identifique la presencia de los siguientes riesgos para el almacenamiento del agua.</p>	<p><input type="checkbox"/> Daños en la infraestructura u obra: Cualquier daño en la infraestructura u obra destinada al almacenamiento del agua del sistema.</p> <p><input type="checkbox"/> Las cubiertas del almacenamiento están dañadas o el almacenamiento no cuenta con cubierta para el agua del sistema: Las cubiertas del almacenamiento están dañadas o el almacenamiento no cuenta con cubierta para el agua del sistema.</p> <p><input type="checkbox"/> Entradas de ventilación dañadas o sin protección: La ventilación del almacenamiento del agua está dañada o no tiene protección que evite el ingreso de contaminantes al agua.</p>

	<input type="checkbox"/> Alrededor del almacenamiento se observan malas condiciones de limpieza e higiene: Alrededor del almacenamiento se observan malas condiciones de limpieza e higiene. <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de mantenimiento inadecuadas: El almacenamiento no recibe el mantenimiento con la frecuencia y calidad apropiadas para proteger el agua de contaminación. <input type="checkbox"/> Ninguno
Anotaciones: Identificación de problemas en el almacenamiento Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como posibles acciones de mejora.	
Cerca al almacenamiento existen amenazas por presencia de: (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o mantenimiento o por inspección visual, determine si el almacenamiento se encuentra aislado de focos contaminantes.	<input type="checkbox"/> Contaminación potencial por letrinas: Existen viviendas aledañas que descargan sus letrinas o unidades sanitarias superficialmente o por ductos o tuberías enterradas alrededor del almacenamiento. <input type="checkbox"/> Descargas de aguas residuales: Existen alrededor de almacenamiento ductos o tuberías superficiales o enterradas que viertan aguas residuales domésticas provenientes del lavado de utensilios de cocina, ropas, áreas de la vivienda, de criaderos, galpones o establos, no sanitarias producidas por las actividades propias de la vivienda rural y cuyos fines sean la subsistencia familiar. <input type="checkbox"/> Descarga de basuras o residuos sólidos: Existen sitios de abandono de residuos sólidos sin control alrededor del almacenamiento del agua. <input type="checkbox"/> Descargas de sustancias químicas contaminantes: Existen descargas no controladas de sustancias químicas no identificadas o con potencial contaminante o peligrosas ya sea por vertimiento superficial al suelo o infiltración, desde un ducto o tubería o por arrojado al suelo desde un vehículo transportador de las sustancias. <input type="checkbox"/> Ninguno

<p>Anotaciones: Existencia de amenazas cerca al almacenamiento Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como posibles acciones de mejora.</p>	
<p>¿La infraestructura de almacenamiento de agua presenta daños o averías? (Selección una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de alguna de las entidades territoriales, ambientales o de salud, o por inspección visual, verifique si el estado de la infraestructura presenta riesgo para la calidad del agua y la disponibilidad de esta.</p>	<p><input type="checkbox"/> No hay daños: La infraestructura no presenta deterioro y los procesos funcionan sin interrupción.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La infraestructura presenta deterioro relacionado con el uso que no impide el funcionamiento y opera sin interrupción. (Erosión, óxido, musgo hongo, moho o vegetación local): La infraestructura presenta deterioro relacionado con el uso que no impide el funcionamiento y opera sin interrupción. (Erosión, óxido, musgo hongo, moho o vegetación local).</p> <p><input type="checkbox"/> Daños visibles: La infraestructura presenta daños detectables a la vista y que pueden ser medibles y aunque no interrumpe la operación, presenta alteraciones en la funcionalidad de esta. (Humedades, Filtraciones, Fisuras, Grietas, Corrosión).</p> <p><input type="checkbox"/> Los daños comprometen el funcionamiento: La infraestructura presenta daños y averías fácilmente detectables a la vista y medibles que interrumpen o alteran la funcionalidad de esta o del sistema. (Socavación, pérdida de refuerzo, afectación de la estabilidad).</p>
<p>Anotaciones: Daños o averías en la infraestructura de almacenamiento de agua Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como posibles acciones de mejora.</p>	<p>Registro de salida dañado</p>
<p>En el almacenamiento, ¿El estado de higiene y mantenimiento puede generar riesgo para el sistema? Verifique si el estado de higiene y limpieza del sistema generan peligros.</p>	<p><input type="checkbox"/> SI</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>

<p>¿Faltan partes o piezas en el almacenamiento de agua? Verifique si faltan o piezas en el almacenamiento de agua.</p>	<p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p>
<p>¿Considera que los materiales de construcción empleados en el almacenamiento pueden causar fallas o contaminación del agua?</p>	<p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p>

Escenarios de riesgo del almacenamiento del sistema	
<p>¿Ha identificado alguno de los siguientes problemas en el almacenamiento? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o mantenimiento, identifique la presencia de los siguientes riesgos para el almacenamiento del agua.</p>	<p><input type="checkbox"/> Daños en la infraestructura u obra: Cualquier daño en la infraestructura u obra destinada al almacenamiento del agua del sistema.</p> <p><input type="checkbox"/> Las cubiertas del almacenamiento están dañadas o el almacenamiento no cuenta con cubierta para el agua del sistema: Las cubiertas del almacenamiento están dañadas o el almacenamiento no cuenta con cubierta para el agua del sistema.</p> <p><input type="checkbox"/> Entradas de ventilación dañadas o sin protección: La ventilación del almacenamiento del agua está dañada o no tiene protección que evite el ingreso de contaminantes al agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Alrededor del almacenamiento se observan malas condiciones de limpieza e higiene: Alrededor del almacenamiento se observan malas condiciones de limpieza e higiene.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de mantenimiento inadecuadas: El almacenamiento no recibe el mantenimiento con la frecuencia y calidad apropiadas para proteger el agua de contaminación.</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguno</p>
<p>Anotaciones: Identificación de problemas en el almacenamiento Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como</p>	

posibles acciones de mejora.	
<p>Cerca al almacenamiento existen amenazas por presencia de: (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o mantenimiento o por inspección visual, determine si el almacenamiento se encuentra aislado de focos contaminantes.</p>	<p><input type="checkbox"/> Contaminación potencial por letrinas: Existen viviendas aledañas que descargan sus letrinas o unidades sanitarias superficialmente o por ductos o tuberías enterradas alrededor del almacenamiento.</p> <p><input type="checkbox"/> Descargas de aguas residuales: Existen alrededor de almacenamiento ductos o tuberías superficiales o enterradas que viertan aguas residuales domésticas provenientes del lavado de utensilios de cocina, ropas, áreas de la vivienda, de criaderos, galpones o establos, no sanitarias producidas por las actividades propias de la vivienda rural y cuyos fines sean la subsistencia familiar.</p> <p><input type="checkbox"/> Descarga de basuras o residuos sólidos: Existen sitios de abandono de residuos sólidos sin control alrededor del almacenamiento del agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Descargas de sustancias químicas contaminantes: Existen descargas no controladas de sustancias químicas no identificadas o con potencial contaminante o peligrosas ya sea por vertimiento superficial al suelo o infiltración, desde un ducto o tubería o por arrojado al suelo desde un vehículo transportador de las sustancias.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ninguno</p>
<p>Anotaciones: Existencia de amenazas cerca al almacenamiento Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como posibles acciones de mejora.</p>	
<p>¿La infraestructura de almacenamiento de agua presenta daños o averías? (Selección una sola opción). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de alguna de las entidades territoriales, ambientales o de salud, o por</p>	<p><input type="checkbox"/> No hay daños: La infraestructura no presenta deterioro y los procesos funcionan sin interrupción.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La infraestructura presenta deterioro relacionado con el uso que no impide el funcionamiento y opera sin interrupción. (Erosión, óxido, musgo hongo, moho o vegetación local): La infraestructura presenta deterioro relacionado con el uso que no impide el funcionamiento y opera sin interrupción. (Erosión, óxido, musgo hongo, moho o vegetación local).</p>

<p>inspección visual, verifique si el estado de la infraestructura presenta riesgo para la calidad del agua y la disponibilidad de esta.</p>	<p><input type="checkbox"/> Daños visibles: La infraestructura presenta daños detectables a la vista y que pueden ser medibles y aunque no interrumpe la operación, presenta alteraciones en la funcionalidad de esta. (Humedades, Filtraciones, Fisuras, Grietas, Corrosión).</p> <p><input type="checkbox"/> Los daños comprometen el funcionamiento: La infraestructura presenta daños y averías fácilmente detectables a la vista y medibles que interrumpen o alteran la funcionalidad de esta o del sistema. (Socavación, pérdida de refuerzo, afectación de la estabilidad).</p>
<p>Anotaciones: Daños o averías en la infraestructura de almacenamiento de agua Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como posibles acciones de mejora.</p>	
<p>En el almacenamiento, ¿El estado de higiene y mantenimiento puede generar riesgo para el sistema? Verifique si el estado de higiene y limpieza del sistema generan peligros.</p>	<p><input type="checkbox"/> SI</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>
<p>¿Faltan partes o piezas en el almacenamiento de agua? Verifique si faltan o piezas en el almacenamiento de agua.</p>	<p><input type="checkbox"/> SI</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>
<p>¿Considera que los materiales de construcción empleados en el almacenamiento pueden causar fallas o contaminación del agua?</p>	<p><input type="checkbox"/> SI</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>

<p>Estado físico de la infraestructura de almacenamiento de agua Con la ayuda del encargado del sistema y de algún miembro de la comunidad y por inspección visual, evalúe el estado del almacenamiento, seleccione una de las siguientes opciones:</p>	<p><input type="checkbox"/> Bueno: Infraestructura en funcionamiento con todos los componentes en buena condición física.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Regular: Infraestructura en funcionamiento con necesidad de mejorar el mantenimiento. El problema puede ser resuelto por la comunidad.</p> <p><input type="checkbox"/> Malo: Infraestructura en funcionamiento o no con</p>
---	--

	<p>necesidad de inversión para reposición de componentes, que requiere apoyo externo.</p> <p><input type="checkbox"/> No opera: Infraestructura que no está funcionando y requiere de rehabilitación completa, y necesidad de Inversiones que sobrepasan la capacidad financiera de la comunidad.</p>
<p>Observaciones sobre el estado de la infraestructura y equipos de almacenamiento</p> <p>Escriba la información complementaria que considere importante sobre el estado del almacenamiento de agua.</p>	

6.3. Matriz de cumplimiento normativo del almacenamiento (SOLO para tanques de almacenamiento)

La evaluación de cada criterio se debe realizar en una escala de 1 a 10. Donde 10 representa el cumplimiento del criterio analizado y 1 represente el incumplimiento de este. Dentro de la escala de 2 a 9 represente el cumplimiento parcial y grado de este.

Cumplimiento normativo del almacenamiento del sistema	
Funcionan hidráulicamente con esquema de mezcla tipo FIFO (Lo primero que entra es lo primero que sale).	10
Tiene un borde libre de mínimo 0,3m.	10
La tubería de salida se ubica de tal manera que para niveles mínimos de operación no se generen vórtices, ni entrada de aire a la red, ni se permita suspensión de sedimentos.	10
Todos los tanques cuentan con una pendiente en el fondo que facilita la evacuación de los lodos y las labores de limpieza.	10
El terreno en donde se encuentran construidos los tanques de almacenamiento cuentan con un sistema de drenaje.	10
La capacidad de almacenamiento es igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día máximo de consumo.	10
Se cuenta con el volumen útil de los tanques.	10

7. Distribución (en red)	
7.1. Descripción de la distribución del sistema (en red)	
Detalles de la distribución en red.	
<p>¿El agua del sistema se distribuye por ductos que llegan a las viviendas o predios conectados?</p> <p>Identifique si el sistema cuenta con una red de distribución por ductos – se entiende por red de distribución el empleo de tuberías o mangueras para llevar el agua hasta las viviendas o predios conectados al sistema.</p>	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<p>¿Cuál es la longitud de la línea de distribución?</p> <p>Identifique la longitud de la línea de distribución del sistema. Escriba el dato en metros lineales.</p>	10.000
<p>Diámetro medio o sección (interior) de la línea principal</p> <p>Identifique el diámetro medio de la línea de distribución. Escriba el dato en pulgadas.</p>	2
<p>¿Cuáles materiales son empleados en la red de distribución?</p> <p>(Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Identifique los materiales con los cuales está construida la red de distribución.</p>	<input type="checkbox"/> Acero: Tubería de acero, usada para el manejo de presiones internas y resistencia de cargas externas. <input checked="" type="checkbox"/> PVC: Cloruro de polivinilo, es un plástico blanco rígido que se usa en la fabricación de tuberías para la conducción de aguas. <input type="checkbox"/> Polipropileno: Tubería en material termo plástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. <input type="checkbox"/> PRFV: Son tubos de poliéster reforzado por fibra de vidrio, utilizadas para la conducción de aguas, especialmente aguas marítimas. <input type="checkbox"/> Asbesto – Cemento: Materiales usados para la fabricación de tuberías que conducen aguas. <input checked="" type="checkbox"/> Manguera: Ducto de conducción de líquidos, flexible, de uso manual, fabricado a partir de polietileno que permite la conducción de aguas.
<p>¿Existen estructuras especiales en la red de distribución?</p> <p>(Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista).</p>	<input checked="" type="checkbox"/> Válvulas: Válvula es un instrumento de regulación y control de fluido. Una definición más completa describe la válvula como un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de (paso) de líquidos.

	<input checked="" type="checkbox"/> Cámara rompe presión: Son estructuras pequeñas, cuya función principal es reducir la presión hidrostática del fluido en la línea de conducción de agua. <input type="checkbox"/> Anclajes: Estructura que proporciona sostenibilidad y apoyo a la tubería, según la pendiente del terreno. <input type="checkbox"/> Puentes: Estructura fabricada en diferentes materiales que dan soporte a la línea de conducción del agua que va suspendida en el aire o elevada por estar ubicada sobre pasos de agua o terrenos inestables o rocosos. <input type="checkbox"/> Sifones: Estructura o dispositivo que permite el paso del agua por debajo de una vía o camino, permitiendo mantener el nivel del agua. <input type="checkbox"/> Ninguno
¿Cuál fue el año de la primera instalación de la red de distribución?	1.974
Anotaciones: Año de la primera instalación de la red de distribución Detalles que se quieran incluir.	
¿Cuenta con manómetro para la medición de la presión en la red? El manómetro es un instrumento de medición para la presión de fluidos en las tuberías. Identifique si existe manómetro para la medición de la presión en la tubería.	NO
¿Cómo calcula el agua distribuida por el sistema? (Seleccione una sola opción). Por consulta al encargado del sistema o algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o de mantenimiento o por inspección visual, identifique la forma como se mide el agua distribuida.	<input type="checkbox"/> Micromedidor: Es un dispositivo mecánico que conectado a la acometida de acueducto permite determinar el volumen de agua que ingresa a las viviendas. <input type="checkbox"/> Macromedidor: Es un equipo de medición de caudales del sistema de agua. <input checked="" type="checkbox"/> No se calcula el agua distribuida por el sistema.
En la red de distribución, ¿se han realizado operaciones de mantenimiento en el último año? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema	<input type="checkbox"/> Limpieza de los componentes: Retiro de residuos, hojas, material vegetal, raíces u otros elementos. <input type="checkbox"/> Reparaciones menores: Arreglos menores que pueden realizar los integrantes de la comunidad, cambios de

<p>o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de las entidades territoriales, ambientales o de salud, identifique si se realiza mantenimiento en la red de distribución.</p>	<p>cauchos, ajustes de mangueras, arreglos de fugas de manquera, entre otros.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Reposiciones: Son cambios de partes de la obra o infraestructura de captación que puede hacer el encargado del sistema o con ayuda de la comunidad, entre los más comunes, el cambio de rejillas, mallas, tapas, mangueras, entre otros.</p>
<p>Anotaciones: Mantenimiento en el último año en la red de distribución Anote detalles que puedan ser útiles para las acciones de mejora.</p>	
<p>En la red de distribución, ¿En los últimos tres años se han realizado acciones de rehabilitación? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de estudios o registros, identifique las acciones de rehabilitación de las redes de distribución.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Expansión: Es el aumento en la longitud de la línea de distribución, o la construcción de redes secundarias o nuevos ramales para nuevas conexiones.</p> <p><input type="checkbox"/> Reparación: Es el arreglo de cualquier parte de la línea de distribución, para evitar pérdidas del agua u obstrucciones en la conducción del líquido de forma normal.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Reemplazo o cambio de materiales, estructuras o instrumentos: Es el cambio de parcial o completo de los materiales, estructuras o instrumentos que conforman la línea de distribución.</p>
<p>Anotaciones: Acciones de rehabilitación en la red de distribución en los últimos tres años Anote detalles que puedan ser útiles para las acciones de mejora.</p>	
<p>¿Cuál es la frecuencia con la que se revisa la red de distribución? (Seleccione una sola opción). Identifique la frecuencia con que la comunidad o el fontanero revisa el estado de la línea distribución.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Semanal: Una vez a la semana.</p> <p><input type="checkbox"/> Quincenal: Una vez cada 15 días.</p> <p><input type="checkbox"/> Mensual: Una vez al mes.</p> <p><input type="checkbox"/> Trimestral: Una vez cada tres meses.</p> <p><input type="checkbox"/> Eventual: Cada vez que se presenta interrupción del suministro de agua, causado por la línea de conducción o aducción del sistema.</p>

	<input type="checkbox"/> Nunca: No se revisa en ningún momento.
--	---

7.3. Distribución (en red): Continuidad	
¿Cómo asegura la continuidad en el suministro de agua? Identifique la manera en la que el agua se encuentra disponible de manera continua para las viviendas conectadas.	<input type="checkbox"/> Por suministro permanente (siete días a la semana, 24 horas al día). <input checked="" type="checkbox"/> Por suministro periódico, en días y horas determinados.
¿Cuántas horas hay servicio de agua al día? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación, identifique la cantidad de horas del servicio de agua al día.	4
¿Cuántos días de servicio de agua hay a la semana? Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación, identifique la cantidad de la cantidad de días que el sistema suministra agua.	2
¿Los días y horas de servicio son conocidos por la comunidad y se cumplen? Implica que se haya dado a conocer por cualquier medio, escrito o por mensaje público, cuando se asegura el suministro de agua.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
¿Se ha promovido que las viviendas cuenten con tanques de almacenamiento o albercas?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
¿Ha identificado a las viviendas que cuentan con tanques de almacenamiento o albercas?	235
¿En el caso de suministro periódico, cuáles son los motivos por los cuales se decidió realizar este? Identifique las razones por las cuales se dificulta realizar el suministro de agua de manera permanente.	<input type="checkbox"/> Identifique las razones por las cuales se dificulta realizar el suministro de agua de manera permanente: La infraestructura de tratamiento o de almacenamiento de agua no tiene la capacidad suficiente para asegurar la distribución de agua 7 días/24 horas. <input type="checkbox"/> Costos asociados a la operación: Los costos de operación (p. ej. Bombeo, operación de la planta de tratamiento) elevan los costos de operación por encima de la capacidad de pago de las familias que se abastecen del sistema.

	<input type="checkbox"/> Acuerdos con la comunidad: La comunidad decidió aceptar el suministro periódico por razones conocidas por todos. <input checked="" type="checkbox"/> Agua disponible en la fuente abastecedora: El agua captada para el sistema es insuficiente para asegurar la distribución de agua 7 días/24 horas.
¿Tiene previsto mejorar la frecuencia del suministro periódico?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
¿Cuáles acciones se requieren para mejorar el suministro periódico? Escriba las acciones que se requieren para mejorar el suministro periódico de agua.	Se cambiará la captación de agua, estando en marcha un proyecto para captar el agua de un pozo profundo
¿Algunas viviendas o instituciones, tales como; escuelas o centros de salud, se han visto afectadas por el suministro periódico?	Todo el sector
¿Se han tomado medidas para ofrecer agua apta para consumo humano a quienes tengan alguna dificultad derivada del suministro periódico? P. ej. Ofrecer agua en algún punto del sistema, de manera permanente para que las personas la puedan transportar desde allí).	NO

7.4. Identificación de escenarios de riesgo en la distribución (por red)

¿Los componentes de distribución, han sufrido afectaciones por cambios de presión frecuentemente? Identifique si la distribución ha sufrido afectaciones por cambios de presión.	NO
¿La distribución tiene antecedentes de daños por cambio de las condiciones del agua distribuida? Identifique si los cambios de las condiciones del agua distribuida han afectado la conducción de esta.	En tiempos secos, poca agua

En la distribución, ¿Tiene conocimiento acerca de la presencia de alguna de las siguientes situaciones?

(Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista). Con la ayuda del encargado del sistema o de algún miembro de la comunidad o por consulta de registros de operación o mantenimiento, identifique la presencia de los siguientes riesgos para la distribución que impidan el suministro de agua del sistema.

Obstrucción: Es el cierre o estrechamiento del paso del agua por la línea de conducción, incluida la aducción, ya sea por la presencia de materiales, residuos o partículas o por cambio en las condiciones o características de la infraestructura del sistema o por cambio en las características o resistencia del material del ducto o por eventos naturales o imprevistos por acciones humanas.

Abrasión: Es el desgaste del material de los ductos de conducción del agua, generado por la acción mecánica de rozamiento o fricción entre materiales o partículas o sustancias en contacto con estos.

Desgaste: Es el deterioro del material del ducto de conducción ya sea por adelgazamiento del espesor de las paredes del conducto o por pérdida de la resistencia de la tubería.

Corrosión: Es el desgaste superficial de los ductos de la conducción, que sucede cuando los materiales de los ductos se exponen a cambios en las condiciones de operación o en las condiciones ambientales generados por eventos naturales o acciones humanas imprevistas.

Vibraciones: Son los movimientos o resonancias presentes en los ductos de conducción de agua, causados por los cambios en la fuerza de impulsión o bombeo del agua o cambio en la velocidad del líquido.

Cavitación: Es un fenómeno físico que deteriora los elementos de la conducción cuando se presentan cambios bruscos en la velocidad, la temperatura y la presión del agua que se conduce al sistema.

Fuga: Es la pérdida del agua en el ducto de conducción causada por las roturas de los materiales de los ductos.

Rotura: Es el rompimiento de los materiales de los ductos de conducción del agua.

Aplastamiento: Es el estrechamiento de los ductos de conducción hasta el impedimento del paso del agua, causado por una acción humana o un evento natural, en el cual el ducto pierde la resistencia y la forma.

Ninguno

<p>Anotaciones: Presencia de riesgos para la distribución que impidan el suministro de agua del sistema. Recuerde anotar fechas aproximadas de la ocurrencia del último evento, o su frecuencia, si se repite, y ubique los lugares en los que esto sucede, así como posibles acciones de mejora.</p>	
<p>En la red de distribución, ¿La antigüedad de la infraestructura puede generar fallas? Identifique si la antigüedad de la infraestructura de la red de distribución, puede afectar la funcionalidad del sistema.</p>	NO
<p>Estado físico de la infraestructura de distribución Con la ayuda del encargado del sistema y de algún miembro de la comunidad y por inspección visual, evalúe el estado de la red de distribución, seleccione una de las siguientes opciones:</p>	<p><input type="checkbox"/> Bueno: Infraestructura en funcionamiento con todos los componentes en buena condición física.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Regular: Infraestructura en funcionamiento con necesidad de mejorar el mantenimiento. El problema puede ser resuelto por la comunidad.</p> <p><input type="checkbox"/> Malo: Infraestructura en funcionamiento o no con necesidad de inversión para reposición de componentes, que requiere apoyo externo</p> <p><input type="checkbox"/> No opera: Infraestructura que no está funcionando y requiere de rehabilitación completa, y necesidad de Inversiones que sobrepasan la capacidad financiera de la comunidad.</p>
<p>Observaciones sobre el estado de la infraestructura y equipos de distribución Escriba la información complementaria que considere importante.</p>	

7.5. Matriz de cumplimiento normativo de la distribución en red

La evaluación de cada criterio se debe realizar en una escala de 1 a 10. Donde 10 representa el cumplimiento del criterio analizado y 1 represente el incumplimiento de este. Dentro de la escala de 2 a 9 represente el cumplimiento parcial y grado de este.

Se cuenta con un modelo hidráulico calibrado y validado con base a las series disponibles de presión, caudal y niveles de tanques.	1
Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de otras redes de servicios públicos es de 1 m en dirección horizontal y 0,3 m en dirección vertical, medidos entre las superficies externas de los conductos.	10
La presión estática máxima es de 50 m.c.a.	5
El área de presión estática superior corresponde al 10% del área de la zona de presión y no sobrepasa 55 m.c.a; o hasta el 5% del área de la zona de presión y no sobrepasa una presión de 60 m.c.a.	5
El diámetro mínimo no es inferior a 50 mm.	10
Cuenta con válvulas de cierre para interconectes tres o más tramos.	10
Cuenta con válvulas de cierre en todas las conexiones de los sectores hidráulicos.	10
Cuenta con válvula de mariposa en tubería con diámetro superior a 350 mm.	5

9. Gestión Organizacional	
9.1. Descripción de la gestión organizacional	
Nombre de quien suministra el agua Escriba el nombre del proveedor de agua, como aparece en la representación legal o como tradicionalmente se han hecho llamar y la comunidad los reconoce. Donde no exista un proveedor de agua, constituido y/o legalizado puede anotarse el nombre de la comunidad, seguido de - "Gestión Comunitaria" -.	Suministro de agua Guatancuy
Fecha de inicio de actividades Indique el año en que inició actividades, según los documentos con los que se creó la primera organización. Si lo desconoce, introduzca el año aproximado que	01/01/2016

indique la comunidad.	
Comunidad o Vereda Escriba el nombre de la vereda; corregimiento; centro poblado rural; resguardo indígena o consejo comunitario en el que se ubica la comunidad atendida.	Guatancuy
Municipio Escriba el nombre del municipio o distrito en el que se ubica la comunidad atendida.	Ubaté
Departamento Escriba el nombre del Departamento en el que se ubica la comunidad atendida.	Cundinamarca
Identificación tributaria / registro mercantil / otra información de registro Escriba el Número de Identificación Tributaria (NIT) que asigna la DIAN (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales), o número de registro de la organización comunitaria (si existe). Si el prestador/administrador no cuenta con NIT, o número de registro, escriba la cédula del presidente/Gerente. O escriba el número de la resolución en que la organización comunitaria que administra el abasto fue reconocida por el personero municipal.	
Estado legal y constitucional	
Como identifica el suministro de agua que realiza Estado legal y constitución.	<input checked="" type="checkbox"/> Como un suministro colectivo a varias viviendas próximas entre sí. <input type="checkbox"/> Suministro de agua individual para viviendas dispersas o productor marginal.
Tipo de organización (Seleccione solo una opción). Estado legal y constitución.	<input type="checkbox"/> Empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios (privada): El prestador es una empresa de servicios públicos domiciliarios, de capital privado. <input type="checkbox"/> Empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios (pública o mixta): El prestador es una empresa de servicios públicos domiciliarios, de capital público o con recursos mixtos (públicos y privados).

	<p><input type="checkbox"/> Municipio prestador directo: El municipio aplicó el artículo 6 de la Ley 142 de 1994, y creó una dependencia dentro de la Alcaldía encargada de prestar los servicios públicos.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Organización autorizada (prestador): El administrador está constituido en alguna de las formas de comunidades organizadas autorizadas para la prestación de servicios públicos. Algunas opciones pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Asociaciones de usuarios * Cooperativas * Administraciones publicas cooperativas * Juntas de acción comunal que se legalizaron para prestar el servicio de acueducto. <p><input type="checkbox"/> Otras formas de gestión comunitaria para el suministro de agua: Incluye a los administradores de abasto de agua o punto de suministro, que pueden haberse constituido como personas jurídicas, pero no precisamente como prestadores del servicio de acueducto (Ver artículo 2.3.7.1.3.5. del Decreto 1077 de 2015.).</p> <p>Algunas opciones pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Asociaciones civiles o voluntariados * Organizaciones No Gubernamentales – ONG * Organismos comunales * Empresas comunitarias con objeto diferente al suministro de agua * Otras formas tradicionales de gestión comunitaria.
<p>Si se trata de un prestador del servicio de acueducto</p> <p>Estado legal y constitución. El prestador / administrador cuenta con documentos que acrediten el estado de legalidad.</p> <p>Recuerde que la legalización de una persona prestadora contiene varios pasos: El acuerdo de voluntades que crea la comunidad organizada, por estatutos protocolizados en escritura pública o por documento privado. El registro, que se adelanta ante las autoridades competentes y permite que la comunidad organizada actúe ante terceros. Toda persona prestadora del servicio de acueducto, una vez inicie actividades debe inscribirse en el Registro Único de Prestadores de</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Está constituido como prestador (Ha registrado su representación legal conforme a su acto de constitución): Cuenta con a) o b).</p> <p>a) El certificado de existencia y representación legal lo expide la cámara de comercio, conocido también como certificado de cámara de comercio (asociaciones y cooperativas).</p> <p>b) El registro de la Junta de Acción Comunal – JAC - ante la Gobernación de su jurisdicción.</p> <p><input type="checkbox"/> En proceso de legalización (Solicitado): El prestador / administrador ha iniciado los trámites correspondientes para legalizarse, pero aún no ha obtenido el registro ante la autoridad competente.</p> <p><input type="checkbox"/> No está legalizado (no hay trámite legal): El prestador no cuenta con ningún avance en su legalización según los documentos enunciados. La organización comunitaria por tradición realiza el manejo de recursos técnicos, económicos y operativos.</p>

Servicios RUPS de SSPD.		
Recuperación de costos		
Como recupera los costos de suministrar el servicio (Seleccione la opción que más se adapte a los pagos que realiza la comunidad por el suministro de agua). Recuperación de costos.	<input checked="" type="checkbox"/> Con tarifas definidas, sean fijas o variables <input type="checkbox"/> Con aportes o cuotas acordadas por la comunidad <input type="checkbox"/> No recauda nada de quienes se abastecen del sistema	
En caso de contar con tarifa, indique si es: (Seleccione la opción que más se adapte a los pagos que realiza la comunidad por el suministro de agua).	<input checked="" type="checkbox"/> Tarifa fija: El valor es cobrado en una periodicidad establecida, independiente del consumo, se cobra sin importar cuánta agua consume o deja de consumir. <input type="checkbox"/> Tarifa por consumo: El valor cobrado lo calcula a partir de una medición (se conoce el volumen de agua del cual se hace uso).	
Valor de la tarifa Escriba el valor de la tarifa promedio mensual. Sí cobra valores diferentes para cada estrato aun cuando no reciba ni otorgue subsidios: promediar los valores cobrados. En COP.		8.000
Anotaciones: Valor de la tarifa Escriba información complementaria relacionada con el valor de la tarifa que se aplica por el servicio.		
¿La comunidad conoce el mecanismo de pago de la tarifa y se aplica de forma regular? (Seleccione la opción que aplique).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
¿Mide el agua que llega a las viviendas?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	
Número de viviendas conectadas al sistema (Para las personas prestadoras del servicio de acueducto corresponde al número de suscriptores).		160
¿Tiene libro de ingresos y egresos al día? (libro de costos, gastos y recaudo)	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
¿Cuenta con fondos disponibles?	NO	
¿Cuenta con recursos (material de construcción, herramientas, equipo) para el desarrollo de sus actividades de mantenimiento?	NO	

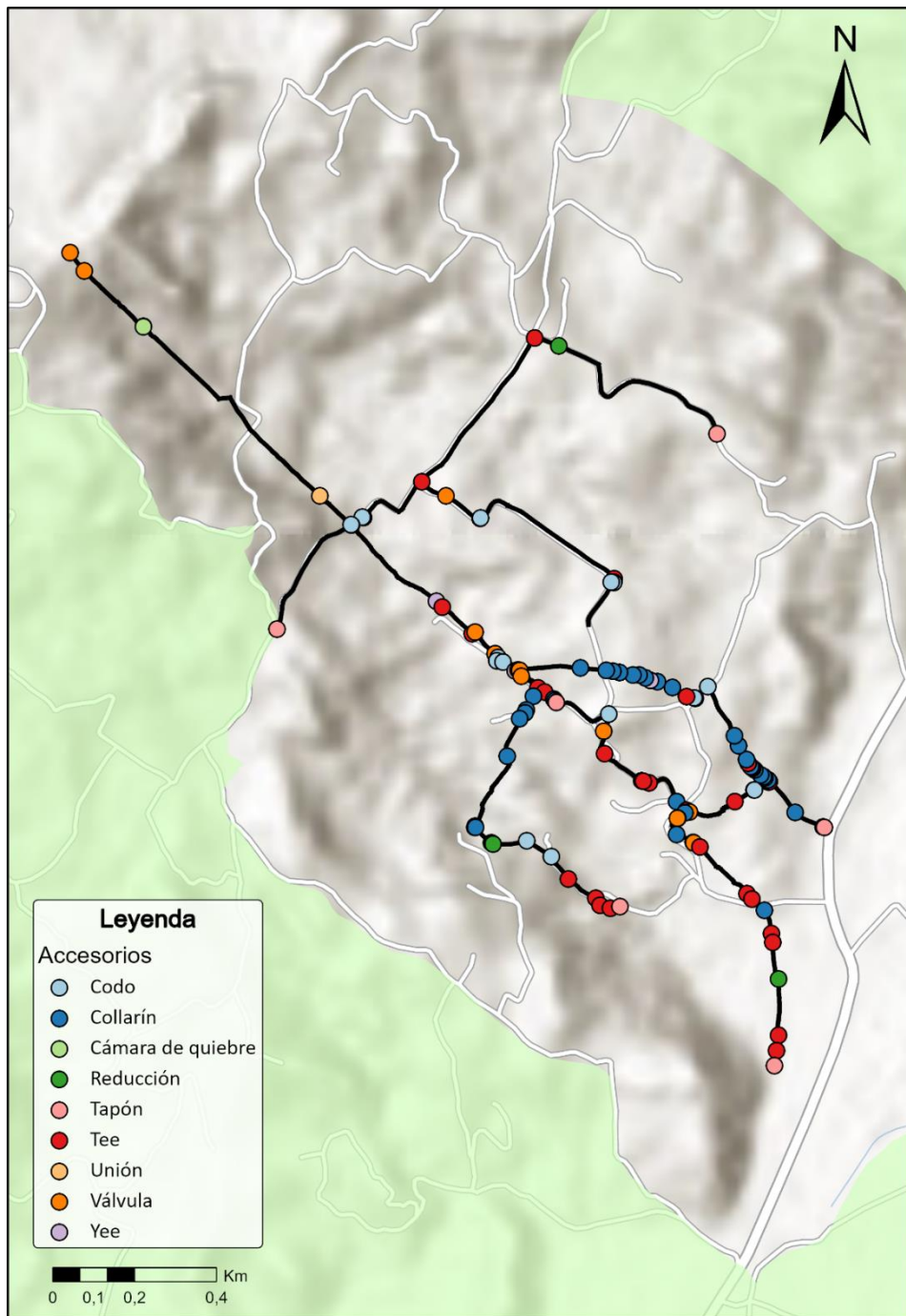
(almacén)	
¿Cuentan con personal técnico, operador o fontanero para la operación y mantenimiento? (permanente)	Fontanero
¿El personal técnico, operador o fontanero se capacitado o certificado para sus labores?	
¿Poseen un reglamento para la prestación del servicio? (Seleccione solo una opción).	<input type="checkbox"/> Sí, y se aplica plenamente <input checked="" type="checkbox"/> Sí, pero se aplica de forma parcial <input type="checkbox"/> Sí, pero no se aplica <input type="checkbox"/> No
¿Reciben apoyo técnico del gobierno (PDA, Alcaldía) /otras instituciones para la operación del sistema u otras actividades?	NO

9.2. Identificación de escenarios de riesgo en la gestión organizacional	
<p>¿Ha identificado uno o varios de los siguientes problemas en la gestión de la organización que suministra el agua? (Seleccione una o varias de las opciones señaladas en la lista).</p>	<input checked="" type="checkbox"/> Demora o dificultades para terminar los trámites de constitución legal de quien gestiona el sistema. <input checked="" type="checkbox"/> Falta de tarifa, cuota o aporte claro para recuperar costos del sistema. <input checked="" type="checkbox"/> La tarifa, cuota o aporte no alcanza para recuperar los costos. <input checked="" type="checkbox"/> Falta de pago oportuno de quienes se benefician del sistema. <input checked="" type="checkbox"/> Dificultades para recaudar las tarifas o cuotas por el mecanismo que se usa para recibir el pago. <input type="checkbox"/> Dificultades para asegurar el giro de subsidios (en el caso de personas prestadoras del servicio de acueducto). <input checked="" type="checkbox"/> Dificultades para reunir recursos necesarios para las obras y otras inversiones que requiere el sistema.

	<input checked="" type="checkbox"/> Falta de registros y archivos sobre el funcionamiento del suministro y de su organización. <input checked="" type="checkbox"/> Falta de capacitación del personal a cargo, en temas administrativos y para la operación del servicio. <input checked="" type="checkbox"/> Falta de registros o información de la calidad del agua que suministra.
Anotaciones: Problemas en la gestión de la organización que suministra el agua Recuerde anotar detalles sobre la frecuencia del evento, o detalles que generen acciones de mejora.	

ANEXO B. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Figura 24. *Levantamiento topográfico de las redes de distribución del sistema.*



Fuente. Elaboración propia.

ANEXO C. PROPIEDADES DE LOS NODOS DE LA RED

Tabla 25. *Propiedades de los nodos de la red*

ID NUDO	COORD X	COORD Y	COTA	DEMANDA	CÓDIGO
---------	---------	---------	------	---------	--------

1	1029804,27	1084222,08	2870,29	0,06834	Cámara
807	1030086,84	1083983,92	2778,624	0,09192	Nodo
763	1030232,26	1083846,93	2741,076	0,08148	Nodo
749	1030308,53	1083777,35	2731,854	0,02811	Nodo
721	1030309,06	1083777,03	2731,691	0,11211	Nodo
748	1030127,91	1083523,16	2751,292	0,03828	Nodo
714	1030379,68	1083834,72	2724,105	0,03831	Nodo
708	1030424,53	1083809,84	2718,849	0,03844	Nodo
618	1030480,93	1083882,09	2712,636	0,13274	Nodo
575	1030756,52	1084233,12	2737,883	0,07370	Nodo
567	1030815,32	1084214	2733,189	0,04539	Nodo
557	1030911,97	1084168,12	2721,848	0,05010	Nodo
447	1030930,66	1084091,01	2712,324	0,04158	Nodo
536	1030996,57	1084127,4	2702,684	0,08524	Nodo
498	1031201,39	1083999,05	2688,048	0,06499	Nodo
633	1030623,58	1083793,27	2702,139	0,06134	Nodo
643	1030666,71	1083835,1	2693,757	0,10785	Nodo
676	1030950,05	1083645,29	2661,861	0,12316	Nodo
687	1030887,94	1083546,14	2664,507	0,03146	Nodo
914	1030431,52	1083643,34	2697,554	0,07547	Nodo
869	1030516,08	1083591,13	2686,993	0,05848	Nodo
897	1030603,66	1083511,87	2669,461	0,06913	Nodo
924	1030708,59	1083420,75	2657,568	0,09886	Nodo
1360	1030867,87	1083428,64	2650,653	0,06003	Nodo
1351	1030931,32	1083422,01	2649,234	0,07830	Nodo
1307	1031148,47	1083354,49	2614,219	0,07236	Nodo
1373	1031179,36	1083382,48	2611,323	0,04776	Nodo
1281	1031244,43	1083263,12	2596,381	0,03655	Nodo
946	1030764,06	1083379,33	2645,396	0,04906	Nodo
955	1030806,2	1083347,59	2636,497	0,02322	Nodo
1034	1030839,41	1083342,37	2634,0000	0,02926	Nodo
1043	1030900,5	1083298,46	2635,0000	0,03115	Nodo
984	1030736,12	1083325,69	2640,126	0,04913	Nodo
996	1030688,93	1083212,94	2629,169	0,08406	Nodo
1031	1030612,29	1083038,64	2630,575	0,06703	Nodo
1039	1030655,07	1082998,13	2633,366	0,03802	Nodo
1054	1030737,15	1083006,28	2617,711	0,04130	Nodo
1068	1030796,8	1082967,55	2604,285	0,03751	Nodo
1075	1030838,6	1082913,43	2596,589	0,01839	Nodo
734	1030199,75	1083684,18	2741,993	0,07735	Nodo

829	1029985,63	1084084,64	2811,876	0,10673	Nodo
593	1030635,1	1084061,47	2718,111	0,12000	Nodo
748	1030127,91	1083523,16	2718	0,03828	Nodo
977	1030937,07	1083316,2	2668,238	0,08262	Tanque
1119	1030926,65	1083219,34	2617,273	0,19361	Nodo
1141	1031036,19	1083147,73	2600,122	0,17976	Nodo
1168	1031103,11	1083101,93	2590,599	0,09564	Nodo
1176	1031126,98	1083081,1	2589,522	0,13173	Nodo
1469	1031091,98	1083045,38	2586,798	0,06402	Nodo
1403	1031102,75	1083022,29	2583,962	0,05999	Nodo
1411	1031143,39	1083002,37	2579,591	0,05496	Nodo
1417	1031159,75	1082991,68	2574,674	0,15389	Nodo
1430	1031274,73	1082877,69	2561,995	0,23454	Nodo
1450	1031334,83	1082780,06	2552,898	0,19249	Nodo
1480	1031351,24	1082668,94	2550,135	0,24327	Nodo
1520	1031346,99	1082494,47	2547,469	0,14800	Nodo
1258	1031199,89	1083070,85	2585,843	0,10902	Nodo
1205	1031244,79	1083102,48	2582,131	0,09265	Nodo
1216	1031291,41	1083130,35	2579,524	0,08251	Nodo
1228	1031329,02	1083151,13	2575,073	0,14197	Nodo
1244	1031391,95	1083075,96	2560,958	0,14830	Nodo
1257	1031460,13	1083040,55	2551,175	0,06515	Nodo
1262	1031308,38	1083167,58	2578,684	0,05762	Nodo
1268	1031277,53	1093195,42	2586,741	0,07674	Nodo
1275	1031254,24	1083238,46	2591,823	0,06401	Nodo
1281	1031244,43	1083263,12	2596,381	0,02251	Nodo

Fuente. Elaboración propia

ANEXO D. PROPIEDADES DE LAS TUBERÍAS DE LA RED

Tabla 26. *Propiedades de las tuberías de la red.*

ID	NUDO 1	NUDO 2	LONGITUD	DIÁMETRO	RUGOSIDAD	CÓD
----	--------	--------	----------	----------	-----------	-----

1	1	829	254,17	50,8	0,0015	Tubería
2	829	807	142,76	50,8	0,0015	Tubería
3	807	763	199,09	50,8	0,0015	Tubería
4	763	749	103,92	50,8	0,0015	Tubería
5	749	721	0,61	50,8	0,0015	Tubería
6	721	714	91,19	50,8	0,0015	Tubería
7	721	748	287,68	50,8	0,0015	Tubería
8	714	708	51,30	50,8	0,0015	Tubería
9	708	618	91,65	50,8	0,0015	Tubería
10	618	575	446,28	50,8	0,0015	Tubería
11	575	567	61,82	50,8	0,0015	Tubería
12	567	557	106,98	25,4	0,0015	Tubería
13	557	447	79,34	25,4	0,0015	Tubería
14	447	536	75,29	25,4	0,0015	Tubería
15	536	498	241,71	25,4	0,0015	Válvula
16	618	633	168,04	50,8	0,0015	Tubería
17	633	643	60,07	50,8	0,0015	Tubería
18	643	676	341,03	50,8	0,0015	Tubería
19	676	687	116,99	50,8	0,0015	Tubería
20	721	914	181,3	50,8	0,0015	Tubería
21	914	869	99,37	50,8	0,0015	Tubería
22	869	897	118,12	50,8	0,0015	Tubería
23	897	924	138,98	50,8	0,0015	Válvula
24	924	1360	159,47	50,8	0,0015	Tubería
25	1360	1351	63,79	50,8	0,0015	Tubería
26	1351	1307	227,4	50,8	0,0015	Tubería
27	1307	1373	41,69	50,8	0,0015	Tubería
28	1373	1281	135,92	50,8	0,0015	Tubería
29	924	946	69,22	50,8	0,0015	Válvula
30	946	955	52,75	50,8	0,0015	Tubería
31	955	1034	33,61	50,8	0,0015	Tubería
32	1034	1043	75,22	50,8	0,0015	Tubería
33	1043	977	40,64	50,8	0,0015	Tubería
34	946	984	60,48	50,8	0,0015	Tubería
35	984	996	122,22	50,8	0,0015	Tubería
36	996	1031	190,4	50,8	0,0015	Tubería
37	1031	1039	58,9	50,8	0,0015	Tubería
38	1039	1054	82,48	50,8	0,0015	Tubería
39	1054	1068	71,12	25,4	0,0015	Tubería
40	1068	1075	68,38	25,4	0,0015	Tubería

41	721	734	145,33	50,8	0,0015	Tubería
42	743	748	142,35	50,8	0,0015	Tubería
43	618	593	233,99	50,8	0,0015	Tubería
44	593	575	212,29	50,8	0,0015	Tubería
45	977	1119	97,42	50,8	0,0015	Válvula
46	1119	1141	130,87	50,8	0,0015	Tubería
47	1141	1168	81,09	50,8	0,0015	Tubería
48	1168	1176	31,68	50,8	0,0015	Tubería
49	1176	1258	73,63	50,8	0,0015	Válvula
50	1258	1205	54,92	50,8	0,0015	Tubería
51	1205	1216	54,32	50,8	0,0015	Tubería
52	1216	1228	42,97	50,8	0,0015	Tubería
53	1228	1244	98,04	50,8	0,0015	Tubería
54	1244	1257	76,82	50,8	0,0015	Tubería
55	1176	1469	50,01	50,8	0,0015	Válvula
56	1469	1403	25,48	50,8	0,0015	Tubería
57	1403	1411	45,26	50,8	0,0015	Tubería
58	1411	1417	19,54	50,8	0,0015	Tubería
59	1417	1430	161,91	50,8	0,0015	Tubería
60	1430	1450	114,64	50,8	0,0015	Tubería
61	1450	1480	112,33	50,8	0,0015	Tubería
62	1480	1520	174,51	50,8	0,0015	Tubería
63	1228	1262	26,39	50,8	0,0015	Tubería
64	1262	1268	41,55	50,8	0,0015	Tubería
65	1268	1275	48,93	50,8	0,0015	Tubería
66	1281	1275	26,54	50,8	0,0015	Tubería

Fuente. Elaboración propia