

**PLANTEAMIENTO DE PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS
PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y
SANEAMIENTO BÁSICO, EN EL CORREGIMIENTO LOS PONDORES, SAN
JUAN DEL CESAR, GUAJIRA.**

**JUAN CAMILO DÍAZ VILLARREAL
ROMARIO ANDRÉS DAZA GARZÓN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

**PLANTEAMIENTO DE PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS
PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
Y SANEAMIENTO BÁSICO, EN EL CORREGIMIENTO LOS PONDORES, SAN
JUAN DEL CESAR, GUAJIRA.**

**JUAN CAMILO DÍAZ VILLARREAL
ROMARIO ANDRÉS DAZA GARZÓN**

**Trabajo de Grado para optar al título de
ingeniero civil**

**Director
EDGAR RICARDO OVIEDO OCAÑA
Ingeniero sanitario, MSc PhD**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis padres por el apoyo y el acompañamiento permanente en mi formación. A Dios de igual forma porque a lo largo de este proceso, se hizo presente con innumerables bendiciones.

JUAN CAMILO DÍAZ VILLARREAL

Gracias a Dios por permitirme alcanzar un logro más en la vida, gracias a mis padres Obed Enrique Daza Plata y Maritza Yaneth Garzón Rodríguez, sin ellos no hubiese sido posible este proyecto, gracias a mis hermanos, ellos fueron parte fundamental, gracias a mi novia por ser mi compañera y apoyo en los momentos difíciles, gracias a todos los que convivieron conmigo en el pensionado por escuchar cada una de mis palabras y acompañarme en este largo camino.

ROMARIO ANDRÉS DAZA GARZÓN

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	18
2. METODOLOGÍA	20
2.1. DIAGNÓSTICO.....	20
2.1.1. Encuestas de Percepción social.	20
2.1.2. Inspecciones a componentes de los sistemas.	21
2.1.3. Monitoreo de calidad.....	21
2.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS.....	22
2.3. PLANTEAMIENTO DE PROPUESTAS	23
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1. DIAGNÓSTICO.....	24
3.1.1. General.	24
3.1.2. Sistema de Acueducto	25
3.1.3. Modelamiento sistema actual de acueducto.	31
3.1.4 Sistema de Saneamiento	39
3.1.5 Higiene.....	43
3.1.6 Síntesis de los resultados obtenidos.....	44
4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS.....	48
4.1 MATRIZ DOFA DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO.	48
4.2. ELEMENTOS PRIORITARIOS A INTERVENIR	50

4.2.1. Sistema de Acueducto. Las causas que engloban la mayor parte de las deficiencias del sistema son:	51
4.2.2. Sistema de Saneamiento.	52
5. PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	54
5.1. PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE ACUEDUCTO	54
5.1.1. Propuestas calidad de agua.....	54
5.1.2. Propuestas de aspectos técnicos	54
5.2. PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE SANEAMIENTO.....	55
5.2.1. Propuestas para tratamiento de residuos sólidos	55
5.2.2. Propuestas para sistema de alcantarillado	56
5.3. SELECCIÓN DE LAS PROPUESTAS A IMPLEMENTAR.....	56
5.3.1. Conformación de ente administrativo bien estructurado por parte de la comunidad, legalizado ante la SSPD y con personal capacitado para el mismo. ...	56
5.3.2. Reemplazar tubería existente de distribución de agua, diseñando una nueva red que cumpla con los parámetros requeridos:	57
5.3.3. Diseñar un nuevo tanque en una ubicación diferente a los existentes, con el fin de abastecer el sector más alejado de la zona de almacenamiento actual cumpliendo con las presiones y mejorando la continuidad, basándose en poblaciones proyectadas.	57
5.3.4. Realizar un acercamiento con las entidades competentes del Municipio, para que los vehículos que recogen los residuos sólidos en el casco urbano, puedan desplazarse hasta el corregimiento y ejecutar las mismas labores.	60
5.3.5. Revisar si la red de alcantarillado actual cumple con criterios de diseño. ..	62
6. CONCLUSIONES	65
REFERENCIAS	66

BIBLIOGRAFÍA.....68

ANEXOS.....71

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Presión en los nodos de la red actual.	32
Tabla 2. Tuberías con velocidades cercanas a cero de la red actual.	33
Tabla 3. Solución analítica del método de la curva integral.	35
Tabla 4. DBO5 y Hierro Tanque de Almacenamiento	37
Tabla 5. Coliformes totales y E. Coli Casa #1	37
Tabla 6. Coliformes totales y E. Coli Casa #2.....	38
Tabla 7. Síntesis sistema de abastecimiento.	44
Tabla 8. Síntesis sistema de saneamiento básico.	45
Tabla 9. Matriz DOFA sistema de abastecimiento de agua.	48
Tabla 10. Matriz DOFA sistema de saneamiento básico.	49
Tabla 11. Presión en los nodos de la red mejorada.....	58
Tabla 12. Velocidades cercanas a cero en la red mejorada.	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cobertura de los servicios.	18
Figura 2. Esquema Sistema actual de acueducto.....	26
Figura 3. Distribución espacial y sectorización	26
Figura 4. Bomba Actual de Captación	27
Figura 5. Tanque de almacenamiento 1.	29
Figura 6. Agua cruda cayendo al tanque	29
Figura 7. Tanque de almacenamiento 2.	29
Figura 8. Mini bomba de uso general.....	30
Figura 9. Modelamiento sistema actual de acueducto.	32
Figura 10. Pozos de inspección rebosados por acumulación de residuos sólidos.	41
Figura 11. Aguas residuales vertidas al suelo sin ningún tratamiento.	41
Figura 12. Animales bebiendo aguas residuales sin tratamiento.	41
Figura 13. Lugar en el que botan los residuos sólidos.....	43
Figura 14. Lugar de quema de los residuos sólidos.....	43
Figura 15. Esquema mejorado del acueducto.	58
Figura 16. Camión escogido para recolectar residuos sólidos.....	62

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Distribución de Actividades económicas jefes de familia.....	24
Gráfico 2. Métodos utilizados para tratar el agua en cada vivienda.....	28
Gráfico 3. Curva de consumo horario.	34
Gráfico 4. Curva integral de consumo y suministro.....	34
Gráfico 5. Estructura de destino de las excretas humanas.....	40
Gráfico 6. Manera de procesar los residuos sólidos.	42

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato de encuesta realizada a la población de Los Pondores	71
Anexo B. Formatos de visita de inspección para abastecimiento de agua y saneamiento básico	74

RESUMEN

TITULO: PLANTEAMIENTO DE PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO, EN EL CORREGIMEITNO DE LOS PONDORES, SAN JUAN DEL CESAR, GUAJIRA.*

AUTORES: JUAN CAMILO DÍAZ VILLARREAL
ROMARIO ANDRÉS DAZA GARZÓN **

PALABRAS CLAVE: SANEAMIENTO BÁSICO; ABASTECIMIENTO DE AGUA; NORMATIVIDAD; ADMINISTRACIÓN COMUNITARIA; CALIDAD DE AGUA.

DESCRIPCIÓN:

En la actualidad los accesos a agua potable y saneamiento básico han sido factores importantes analizados dentro de los acuerdos nacionales e internacionales. Los sistemas mencionados pueden dar un indicio del nivel actual de calidad de vida de una población. Las zonas rurales están en desventaja respecto a las zonas urbanas, ya que generalmente carecen de un ente prestador del servicio con capacidad para llevar a cabo una operación eficiente de los sistemas y hay desinterés por ayudar a las comunidades rurales que muestran el abandono al que están sometidas. En este proyecto se estudiaron los sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento básico del corregimiento de Los Pondores, San Juan Del Cesar (departamento de La Guajira) por medio de métodos cuantitativos y cualitativos, que abordaron aspectos de la infraestructura, recursos humanos, calidad del agua y percepción de la población. Mediante la herramienta de análisis Matriz DOFA (Debilidades, oportunidades, Fortalezas y amenazas), se estudiaron los aspectos técnicos y administrativos de los sistemas, así como los aspectos sociales del contexto, priorizando los elementos más urgentes a intervenir y dando alternativas de solución para mejorar el estado actual, encontrando como común denominador la falta de un ente capacitado para prestar un buen servicio. Las encuestas también reflejaron el interés de las personas en colaborar social y económicamente en condiciones más favorables de prestación de los servicios.

* Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Edgar Ricardo Oviedo Ocaña.

ABSTRACT

TITLE: EXPOSITION OF PROPOSALS^{*}

AUTHORS: JUAN CAMILO DÍAZ VILLARREAL
ROMARIO ANDRÉS DAZA GARZÓN^{**}

KEY WORDS: SANEAMIENTO BÁSICO; ABASTECIMIENTO DE AGUA;
NORMATIVIDAD; ADMINISTRACIÓN COMUNITARIA; CALIDAD
DE AGUA.

DESCRIPTION:

Nowadays, accesses to drinking water and basic sanitation have been important topics analyzed in national and international treatments. Water and sanitation systems can give an indication of the current level of life quality from a population. Rural zones have disadvantages in comparison to urban zones because they generally do not have a management group with capacitation to execute an efficient operation of the systems and they are not keen on for helping to rural communities which show the abandonment they have. In this project were studied the water supply and basic sanitation systems from Los Ponderes, San Juan del Cesar (department of La Guajira) through quantitative and qualitative methods looking up infrastructure topics, human resources, water quality and perception from population. DOFA matrix (Debilities, chances, strength and threats) allowed finding technical and management aspects from systems and social context, prioritizing the most urgent elements to improve and giving solution choices for improving the current state. Through surveys and inspection visits, a management group for both systems (water supply and basic sanitation) is the very most important topic to improve. The surveys also showed the interest from the people for helping social and economically in better conditions of the water and sanitation systems.

^{*} Bachelor Thesis

^{**} Faculty of Physico-Mechanical engineerings. School of Civil Engineering. Director: Edgar Ricardo Oviedo Ocaña.

INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso vital en la vida de todos los seres vivos. La contaminación ocasionada por el hombre, las malas prácticas de saneamiento y el uso excesivo del agua, han producido daños irreparables, los cuales a medida que avanza el tiempo, se van intensificando y llegan a niveles alarmantes. Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), en la actualidad 2,4 mil millones de personas carecen de acceso a saneamiento [1]. Sin embargo, se ha cumplido la meta establecida en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso al agua potable y a saneamiento [2].

Según el Inventario Sanitario Rural en Colombia la cobertura para el abastecimiento de agua de las zonas rurales es de 56,3%, y sólo el 12% recibía agua tratada a nivel domiciliario, en cuanto a las soluciones de disposición y manejo de aguas servidas, el 28,8% de la población rural tenía soluciones individuales, el 5,1% contaba con redes de alcantarillado, el 33,9% contaba con cobertura de disposición de aguas servidas y el 2,4% de las localidades contaban con tratamiento de aguas residuales. En la disposición y manejo de residuos sólidos, sólo el 1,9% tenía recolección [3]. Esto evidencia la falta de inversión del estado en las zonas rurales para el mejoramiento de los servicios públicos domiciliarios, lo que genera un deterioro de la calidad de vida y desarrollo de estas zonas.

El corregimiento de Los Pondores, San Juan del Cesar (departamento de La Guajira) ha sido excluido de los planes municipales en los temas de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico, demostrado por la casi nula inversión que el municipio ha hecho para su mejoramiento, por lo que los habitantes en cabeza de la junta de acción comunal han optado por implementar

sus propios métodos para suplir dichas necesidades, haciendo que no se cumplan normativas vigentes y se incurra en posibles riesgos ambientales.

En el presente trabajo de grado se realiza un diagnóstico de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico en una población que no cuenta con entes administradores. Se divide el trabajo en tres grandes fases para su correcta ejecución: diagnóstico actual, análisis de resultados y planteamiento de propuestas. El estudio de este caso, permitió determinar el estado actual de los sistemas y emplear posibles soluciones que podrían materializarse y aportar desde el punto de vista técnico y administrativos mejoras considerables.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Zona de Estudio

Los Pondores es un corregimiento que pertenece al municipio de San Juan del Cesar, el cual se encuentra a 3.5 km de la cabecera municipal y cuenta con vías de acceso pavimentadas. Este corregimiento utiliza el sistema de Pozos profundos para el consumo de agua, Su principal actividad económica es la ganadería. Los suelos en donde está ubicado el corregimiento son muy superficiales a moderadamente profundos, debido a la presencia de arenas y gravillas cementadas y compactadas, que permite una rápida infiltración de agua en la superficie que recarga el acuífero.[4]

Cobertura nacional de servicios

En la ilustración 1 se muestra la situación encontrada en el país para la zona rural, en términos de cobertura de los servicios, especificando abastecimiento de agua, disposición de aguas servidas y excretas mediante sistemas colectivos e individuales y la cobertura de recolección de residuos sólidos.

Figura 1. Cobertura de los servicios.

Abastecimiento de agua	
Cobertura de abastecimiento de agua	56,3%
Cobertura con agua tratada	11,8%
No. de plantas de tratamiento de agua potable existentes	682
No. de plantas de tratamiento de agua potable en funcionamiento	444
Cobertura de micromedición	10,5%
Cobertura de micromedición efectiva	9,4%
No. de sistemas regionales de abastecimiento de agua	880
Disposición y manejo de aguas servidas	
Cobertura con soluciones individuales	28,8%
Cobertura con redes de alcantarillado	5,1%
Cobertura total de disposición de aguas servidas	33,9%
Cobertura localidades con tratamiento de aguas residuales	2,4%
Disposición y manejo de residuos sólidos	
Cobertura de recolección	1,90%

Fuente: resultados inventario sanitario rural.

Organizaciones prestadoras de los servicios en las zonas rurales

Existen alrededor de 11.552 organizaciones prestadoras de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento básico en la zona rural del país. Los esquemas institucionales que se emplearon para la prestación de estos servicios diferían notablemente de los utilizados en la zona urbana: 90,5% de las entidades eran de carácter comunitario tales como juntas administradoras, juntas de acción comunal, asociaciones de usuarios y, en menor medida, entidades de carácter cooperativo; solamente 17,2% de las entidades estaban registradas ante la cámara de comercio, y lo que implica que por lo menos 88,8% tampoco estaban registradas ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios [5].

2. METODOLOGÍA

El caso de estudio comprende la evaluación de los dos sistemas existentes dentro del Corregimiento de Los Pondores. El sistema de acueducto se encuentra conformado por la zona de captación de agua subterránea, redes de conducción, tanque de almacenamiento y redes de distribución. Para la parte de saneamiento, se tienen en cuenta la disposición final de residuos sólidos y evacuación de aguas residuales.

2.1. DIAGNÓSTICO

2.1.1. Encuestas de Percepción social. Mediante la aplicación de 50 encuestadas realizadas por los autores del proyecto en viviendas escogidas de manera aleatoria dentro de la comunidad, se pudo establecer la percepción que tiene una muestra representativa de los habitantes, en cuanto al correcto funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico. Utilizando la fórmula para calcular el tamaño de la muestra estadística $n = \frac{CV^2 Z^2}{e + \left(\frac{1}{N}\right) Z^2 CV^2}$ donde CV es el coeficiente de variación, Z es el estadístico de la distribución normal, N es el tamaño de la población y e es el error que se espera para ese espacio muestral [6]. Se calculó el valor de 48 encuestas a realizar, aproximándose este valor a 50 en caso de encontrar algún error en alguna [Anexo 1]. Tras realizar dicho procedimiento, se tuvo que rechazar una encuesta, dejando un número de 49, debido a un error de anotación en los resultados.

Una vez finalizada la fase de campo y recolección de información, se analizaron los resultados obtenidos de las encuestas, graficándolos mediante diagramas de

barras. Posteriormente, se hizo una síntesis de los resultados obtenidos y se comparó con parámetros tomados de la normatividad vigente colombiana.

2.1.2. Inspecciones a componentes de los sistemas. Se llevaron a cabo dos visitas de inspección, una para el sistema de abastecimiento y la otra para el de saneamiento. En el sistema de acueducto, se revisó la zona donde es captada el agua y transportada hacia los tanques de almacenamiento. Posteriormente, se inspeccionaron dichos tanques, identificando el correcto funcionamiento de los mismos. Una vez hecha esa inspección, se procedió a revisar los accesorios hidráulicos y tuberías que sirven para dar paso al agua a los dos sectores en los que se divide la red de distribución en la población. Para la realización de la inspección se hizo un formato [Anexo 2] donde se registraban los elementos encontrados, haciéndolo en compañía del operario que a su vez, también fue entrevistado. De igual forma, gracias a la herramienta EPANET y mediante un levantamiento topográfico, se pudo realizar un modelo del esquema actual de acueducto de Los Pondores, evidenciando las falencias que se registraron en las visitas de inspección. Posteriormente, se modeló la propuesta seleccionada, mostrando algunas mejoras en los dos sectores de la población.

Para la parte de saneamiento, se hizo el recorrido por todos los pozos de inspección del sistema de alcantarillado, dentro del centro poblado, identificando las zonas donde se presentan problemas. De igual forma, se recorrió el trazado del emisario final que conduce al lote donde están siendo vertidas las aguas residuales recogidas, inspeccionando las cámaras en dicho recorrido y observando su estado.

2.1.3. Monitoreo de calidad. Dentro del proceso de campo en el presente trabajo de grado, se lograron tomar tres muestras de agua en puntos estratégicos como lo son el tanque de almacenamiento del sistema, una vivienda que se encuentra a 20 m del sitio de almacenamiento y una casa que se encuentra a 200 m de distancia

del tanque de almacenamiento (en la zona o sector 2 que es la que está ubicada en la parte más alejada de la zona de almacenamiento de agua).

Los estudios de calidad de agua se hicieron en dos fases, la primera fase fue hecha en el laboratorio Nancy Flórez García S.A.S en la ciudad de Valledupar, en el cual se tomaron muestras haciéndole el respectivo análisis de los parámetros de hierro y DBO₅ al tanque de almacenamiento, coliformes totales y E. Coli a dos casas del corregimiento, la segunda fase fue realizada en el laboratorio de ingeniería química de la Universidad Industrial de Santander en la ciudad de Bucaramanga, en el cual se analizaron los parámetros de pH y turbiedad hechos en una de las casas.

2.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS

Con el diagnóstico del estado actual de los sistemas de acueducto y saneamiento, se utilizó la matriz DOFA como método de análisis para identificar los puntos críticos de cada sistema, de manera que posteriormente se pudiesen plantear posibles intervenciones para su mejoramiento. Para tal efecto, se identificaron las debilidades y fortalezas de los sistemas, así como también las amenazas y oportunidades que ofrece el medio externo. Esto se hizo considerando los aspectos técnico-operativo, administrativo, comercial y económico relacionados con la prestación del servicio de agua y saneamiento. El procesamiento de la información permitió conocer las causas de los problemas que se presentaban y las consecuencias que producían, con esto se identificaron los puntos críticos teniendo en cuenta las debilidades que presentan los sistemas y las amenazas del medio externo sobre esos mismos puntos.

2.3. PLANTEAMIENTO DE PROPUESTAS

De acuerdo con los puntos críticos identificados en el análisis de la información, se plantearon diferentes propuestas integrales para cada sistema. Estas propuestas abordaban varios aspectos críticos, dando diferentes mejoras a cada sistema, esto permitió tener varias posibilidades desde el punto de vista técnico-operativo, administrativo, comercial y económico. En el sistema de abastecimiento de agua, se realizó el modelo en EPANET con las mejoras planteadas finalmente. Al final, en base a facilidades económicas, constructivas y culturales, se escogieron las alternativas más viables y que aportarían mayores beneficios a la población.

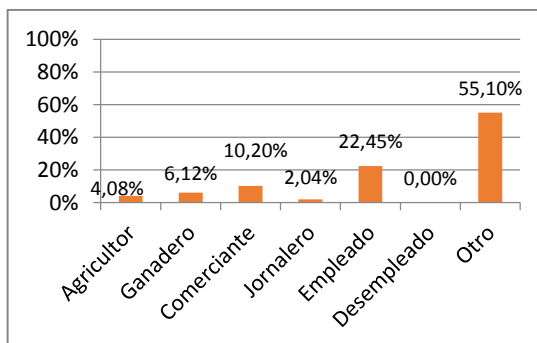
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DIAGNÓSTICO

3.1.1. General. Según la encuesta, las personas que habitan las viviendas tienen edades medias elevadas, pues el 75,8% se encuentra en el rango de 5 a 65 años. Solo un 17,4% no supera los 5 años y un 6,8% ya está sobre los 65 años. De otro lado se observó balance de género, siendo el 51,2% mujeres y el 48,8% hombres. Respecto a las características sociales de la población, se encontró que en el 57,1% de las viviendas encuestadas, son habitadas entre 3 y 6 personas. El 20,4% comparte casa con más de 6 personas.

Las encuestas permitieron registrar diferentes actividades económicas de las personas jefes de hogar de cada vivienda, identificando que la agricultura y la ganadería no fueron predominantes, a pesar de ser una comunidad rural. En la Grafico 1, se muestra la distribución final en porcentaje de las actividades de los jefes de hogar de las viviendas encuestadas.

Gráfico 1. Distribución de Actividades económicas jefes de familia



Dentro de las otras actividades, se destaca la docencia, con 14,29% (se observó que las casas en las que la actividad de sustento era la docencia, tenían un nivel

de vida superior a las otras viviendas). Los empleados públicos también juegan un papel importante y casi en su totalidad, trabajaban en entidades que se encuentran en el casco urbano de San Juan Del Cesar. Respecto a los servicios públicos domiciliarios, se encontró una cobertura de 95,9% en el servicio de energía y mismo porcentaje de gas natural.

3.1.2. Sistema de Acueducto

- **Prestador del servicio**

La población de la comunidad, a partir de la falta de interés de las entidades locales y regionales, se tomó la tarea de llevar a cabo el proceso de administración de su propio sistema de acueducto sin supervisión técnica. La Junta de acción comunal del corregimiento, es quien toma las decisiones que tienen que ver con el acueducto y no cuentan con espacios establecidos para realizar discusiones en torno al servicio. Se cuenta con una tarifa única por vivienda de 7000 COP, que sirve para el pago del salario del operario y el pago del servicio de energía eléctrica por el uso de la bomba.

- **Percepción del servicio y descripción de los componentes de sistema**

El sistema de abastecimiento está integrado por la captación de aguas subterráneas que son conducidas hasta dos tanques de almacenamiento y posteriormente suministradas a la población. En la actualidad no se cuenta con una estructura para tratamiento de la calidad del agua, que permita garantizar el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes. La ilustración 1 muestra los actuales componentes del sistema y la Figura 2 muestra la distribución espacial de las redes y los componentes, dividiendo el área de estudio en los dos sectores, en los cuales se divide la continuidad del servicio.

Figura 2. Esquema Sistema actual de acueducto

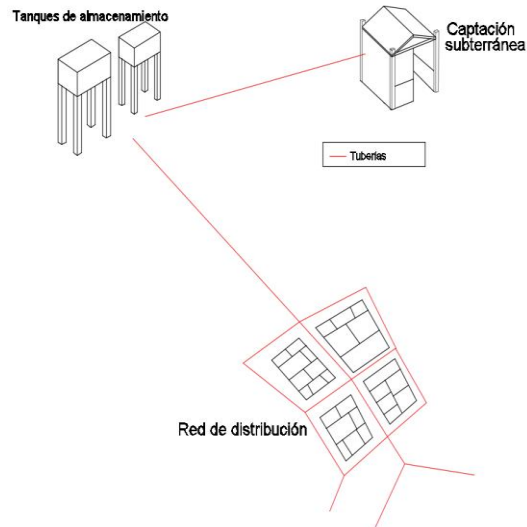
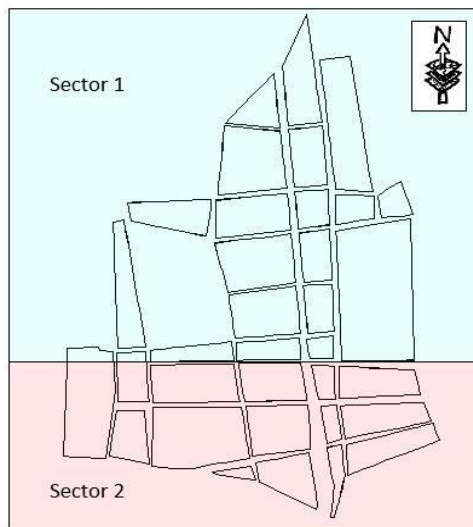


Figura 3. Distribución espacial y sectorización



La cobertura del sistema de acueducto es del 100% para las viviendas encuestadas y los mismos no necesitan de métodos alternativos para conseguir el recurso hídrico. La captación se realiza mediante un bombeo que se lleva a cabo desde un pozo profundo, de aproximadamente 50 m, que logra extraer el agua desde un acuífero. Debido a que se hace desde una fuente de agua subterránea

según el POT, es de vital importancia contar con análisis de contenido de metales en el agua y establecer a ciencia cierta si es apta para el consumo directo. Se especifica que debe asegurarse de que exista un perímetro de seguridad sanitario alrededor de la zona de la fuente subterránea dentro del cual no se permitan actividades que produzcan infiltración de contaminantes en el acuífero [7]. La bomba empleada para la captación tiene una potencia de 15 HP (caballos de fuerza) impulsando el agua hasta los tanques de almacenamiento, hallados a una distancia aproximada de 120 m y con altura a su nivel inferior de 16,3 m. Dicha bomba, fue reemplazada hace 5 años debido a que su antecesora presentó fallas en el funcionamiento. La Figura 3 muestra el estado actual de la bomba que se encuentra funcionando.

Figura 4. Bomba Actual de Captación



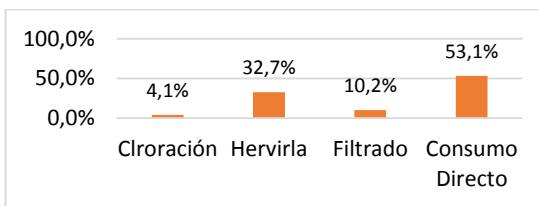
Las dimensiones de las tuberías que llevan el agua hasta los tanques, son las mismas de la bomba (4 pulgadas), en material PVC. Actualmente, se han venido presentando obstrucciones en esta tubería de conducción, debido a sedimentos que no son retirados del agua captada, como lo manifestó el operario del sistema. Dichas partículas de material fino en su mayoría se han adherido a las paredes de la tubería, disminuyendo considerablemente el diámetro nominal. Esto se refleja en la calidad del agua, que según los habitantes, cambia el sabor, olor y color.

En la mayoría de las viviendas encuestadas, la población mantiene la tendencia de percibir condiciones organolépticas favorables en el agua que consumen. Sin

embargo, en los sectores que se encuentran más alejados del tanque de almacenamiento (Sector 2) se presentan problemas de turbiedad y sabor en el agua. Un porcentaje bajo (4,1%) manifestó que en ocasiones el agua presenta un sabor a tierra, y un 83,7% dice que el sabor del agua es bueno, mientras que un 22,4% percibe ocasionalmente un color turbio, que se presenta en las primeras horas en las que tenían acceso al servicio.

Respecto al manejo del agua en las viviendas, el 46,9% de las personas opta por hacerle algún proceso al agua de consumo, mientras que el 51,3% prefiere consumir directamente de la que sale por las llaves de paso. La Grafico 2, muestra la distribución de dichos tratamientos.

Gráfico 2. Métodos utilizados para tratar el agua en cada vivienda.



Debido a que el sistema no tiene un manejo formal por una entidad pública o directamente relacionada con las administraciones locales de San Juan de Cesar, la junta de acción comunal es la directamente responsable de tomar las decisiones que competen al acueducto del corregimiento. Gracias a la cobertura total del servicio en la población, los 1889 habitantes son beneficiarios del mismo.

Actualmente el sistema cuenta con dos tanques de almacenamiento, los cuales regulan la demanda y mantienen las condiciones de cabeza hidráulica para garantizar presión en la red de distribución. En las ilustraciones 5 a 7, se aprecian imágenes de la estructura de los tanques y su composición interna. El volumen según lo hallado en un levantamiento topográfico, para el tanque de menor

capacidad (tanque 2) es de aproximadamente 67,6 m³ y para el tanque de mayor capacidad (tanque 1) es de 77,5 m³.

Figura 5. Tanque de almacenamiento 1.



Figura 6. Agua cruda cayendo al tanque



Figura 7. Tanque de almacenamiento 2.



Después de las redes de conducción y los tanques de almacenamiento, se encuentran las tuberías que sirven como redes de distribución, las cuales tienen una reducción de diámetro respecto a las tuberías anteriormente encontradas (de 4 a 3 pulgadas). Según el RAS 2000, para un nivel de complejidad bajo como el de este caso de estudio (población menor a 2500 habitantes), el diámetro mínimo

para la tubería de PVC es de ½ pulgada en redes de conducción y distribución terciaria, por lo que se está cumpliendo con lo establecido en la norma (Se consideran redes terciarias de distribución pues son las encargadas directamente de llevar el agua a las manzanas, donde serán distribuidas).

Respecto de la continuidad en el servicio, depende expresamente del operario encargado de abrir y cerrar las válvulas de corte, el cual toma la decisión de distribuir el agua hacia dos sectores diferentes a distintas horas del día. En general, se obtuvo que el 96% de las personas reciben agua a diario, de los cuales el 22,4% afirma que recibe agua menos de 6 horas al día, 73,5% dijo que recibe el servicio entre seis y doce horas y solo un 4,1% aseguró que cuenta con el servicio 24 horas al día.

La sectorización de distribución de agua, ha hecho que las presiones varíen notablemente según el sector de ubicación. La posición de los tanques de almacenamiento juega un rol determinante, puesto que las casas que se encuentran en las zonas circundantes, gozan de presiones mayores en el servicio, caso contrario de las viviendas más alejadas. La totalidad de los usuarios del servicio emplean una mini-bomba para extraer el agua en cada vivienda (Ver figura 8). Según los datos de la encuesta, solo un 32,7% de las viviendas tienen presiones altas en el servicio de almacenamiento, 18,4% una presión media y un 49% presiones bajas.

Figura 8. Mini bomba de uso general



Debido a la falta de continuidad del servicio durante las 24 horas, los habitantes optan por buscar sus propias maneras para almacenar el líquido y se surten de diferentes formas para lograrlo. Las albercas (32,7%), tanques elevados de 300 L (44,9%) y tanques enterrados (17,3%) son algunos métodos que se utilizan. El 75.5% de las personas encuestadas mantienen sellados sus sistemas de almacenamiento, para evitar la proliferación de vectores.

En general, hay varios factores que afectan la percepción del estado actual del sistema de acueducto. 55,1% de los encuestados califica como bueno el sistema de abastecimiento, 38,8% como regular y solo 6,1% dice que el sistema no cumple con sus expectativas.

En general, las personas que dijeron que el sistema de acueducto no cumple sus expectativas, optarían por realizar mejoras en cuanto a una continuidad permanente del servicio y realizar algunos tratamientos para mitigar agentes contaminantes que probablemente se encuentren en el agua. Además, también mencionaron sobre la posibilidad de reemplazar las tuberías de distribución, para que cumpla diseños de caudales máximos horarios.

3.1.3. Modelamiento sistema actual de acueducto. Mediante el programa EPANET [8], se pudo realizar un modelamiento del área de estudio, donde se evidenciaron las falencias descritas por los mismos habitantes y halladas en las visitas de inspección. Con dotación neta de 100 L/Hab/día, se estimó un caudal QMH de 6,06 L/s. En la figura 9, se muestra el esquema final del acueducto actual, en las tablas 1 y 2 se observan las presiones de los nodos y tuberías con velocidades bajas respectivamente.

Figura 9. Modelamiento sistema actual de acueducto.

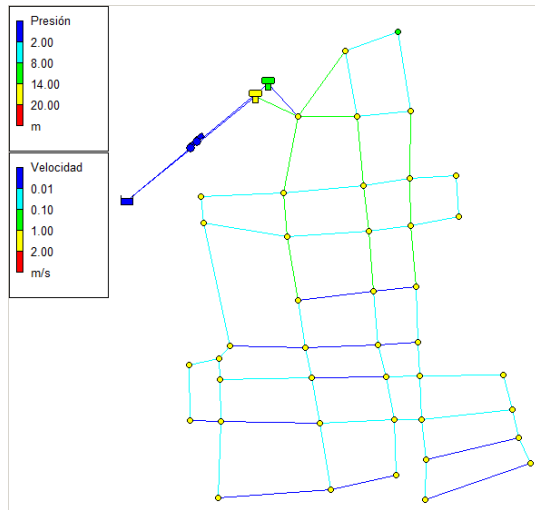


Tabla 1. Presión en los nodos de la red actual.

	Altura	Presión
ID Nudo	m	m
Conexión n1	227.52	16.02
Conexión n2	227.51	15.51
Conexión n4	227.41	16.81
Conexión n5	227.39	16.69
Conexión n6	227.37	16.57
Conexión n7	227.36	16.56
Conexión n9	227.36	17.86
Conexión n10	227.36	18.16
Conexión n12	227.36	18.66
Conexión n14	227.36	17.61
Conexión n16	227.36	17.96
Conexión n17	227.36	17.36
Conexión n18	227.36	17.36
Conexión n20	227.35	17.10
Conexión n21	227.35	17.55
Conexión n22	227.35	17.81
Conexión n24	227.35	18.65
Conexión n25	227.35	18.62
Conexión n27	227.36	17.36
Conexión n28	227.37	17.37
Conexión n29	227.39	17.39
Conexión n30	227.41	17.01
Conexión n32	227.49	15.09

	Altura	Presión
ID Nudo	m	m
Conexión n33	227.50	13.93
Conexión n36	227.60	17.95
Conexión n37	227.44	17.84
Conexión n38	227.41	17.61
Conexión n39	227.39	17.50
Conexión n40	227.37	18.37
Conexión n41	227.36	17.46
Conexión n43	227.41	17.98
Conexión n46	227.44	17.54
Conexión n47	227.43	17.13
Conexión n53	227.41	17.91
Conexión n60	227.37	17.67
Conexión n68	227.36	17.70
Conexión n69	227.36	17.71
Conexión n75	227.35	17.11
Conexión n81	227.42	16.39
Conexión n82	227.42	16.39

Tabla 2. Tuberías con velocidades cercanas a cero de la red actual.

	Velocidad
ID Línea	m/s
Tubería p9	No
Tubería 5	No
Tubería 6	No
Tubería 8	No
Tubería 11	No
Tubería 23	No
Tubería 24	No
Tubería 25	No
Tubería 32	No
Tubería 46	No
Bomba 22	No
Bomba 40	No

De igual forma, se hizo el cálculo del volumen requerido del tanque de almacenamiento para la población existente tomando una curva de consumo característica [9].

- **Cálculo Del Volumen Del Tanque Elevado, Método De La Curva Integral**

Período de diseño = 25 años

Caudal máximo horario = 523.9 m³/d

Factor de seguridad = 1.2

Gráfico 3. Curva de consumo horario.

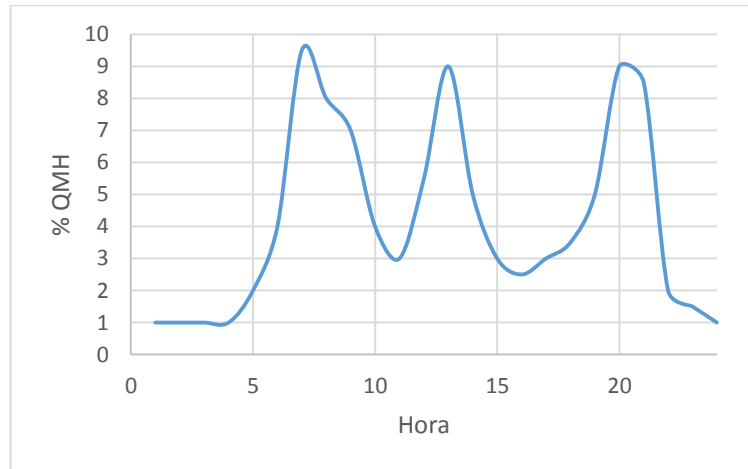


Gráfico 4. Curva integral de consumo y suministro.

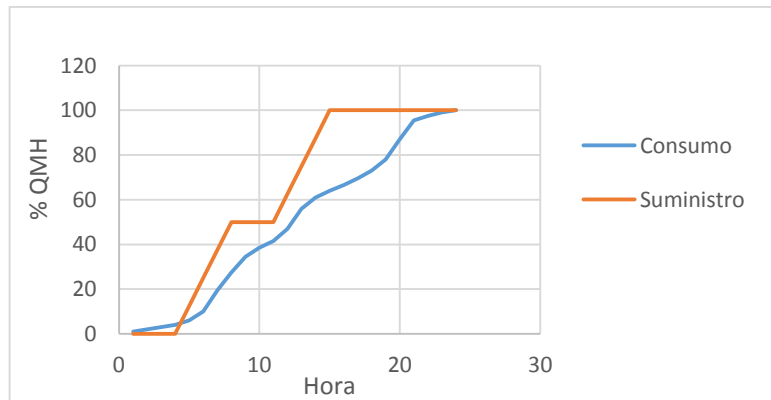


Tabla 3. Solución analítica del método de la curva integral.

Hora	C (%)	Σ C (%)	S (%)	Σ S (%)	Δ (s-c)	$\Sigma\Delta$ (s-c)	V(%)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
0-1	1	1	0.0	0.0	-1.0	-1.0	3.0
1-2	1	2	0.0	0.0	-1.0	-2.0	2.0
2-3	1	3	0.0	0.0	-1.0	-3.0	1.0
3-4	1	4	0.0	0.0	-1.0	-4.0	0.0
4-5	2	6	12.5	12.5	10.5	6.5	10.5
5-6	4	10	12.5	25.0	8.5	15.0	19.0
6-7	9.5	19.5	12.5	37.5	3.0	18.0	22.0
7-8	8	27.5	12.5	50.0	4.5	22.5	26.5
8-9	7	34.5	0.0	50.0	-7.0	15.5	19.5
9-10	4	38.5	0.0	50.0	-4.0	11.5	15.5
10-11	3	41.5	0.0	50.0	-3.0	8.5	12.5
11-12	5.5	47	12.5	62.5	7.0	15.5	19.5
12-13	9	56	12.5	75.0	3.5	19.0	23.0
13-14	5	61	12.5	87.5	7.5	26.5	30.5
14-15	3	64	12.5	100.0	9.5	36.0	40.0
15-16	2.5	66.5	0.0	100.0	-2.5	33.5	37.5
16-17	3	69.5	0.0	100.0	-3.0	30.5	34.5
17-18	3.5	73	0.0	100.0	-3.5	27.0	31.0
18-19	5	78	0.0	100.0	-5.0	22.0	26.0
19-20	9	87	0.0	100.0	-9.0	13.0	17.0
20-21	8.5	95.5	0.0	100.0	-8.5	4.5	8.5
21-22	2	97.5	0.0	100.0	-2.0	2.5	6.5
22-23	1.5	99	0.0	100.0	-1.5	1.0	5.0
23-24	1	100	0.0	100.0	-1.0	0.0	4.0

Columna 1: Intervalos de tiempo.

Columna 2: Consumo horario.

Columna 3: Σ columna 2. Curva integral del consumo.

Columna 4: $100\%/8 =$ suministro horario continuo.

Columna 5: Σ columna 4. Curva integral de suministro.

Columna 6: Columna 4 - columna 2. Déficit horario. +: Acumula, -: descarga.

Columna 7: Σ columna 6. Déficit acumulado.

Columna 8: $V_{n-1} -$ columna 6. Volumen horario del agua en el tanque. Suponiendo el volumen igual a cero para el punto de máximo déficit (hora: 3-4), se obtiene el volumen máximo en el punto de máximo sobrante (hora: 14-15).

Volumen para la regulación de la demanda doméstica (consumo diario =523.9 m³).

% consumo máximo diario = 40 %

Volumen del tanque elevado = $1,2 \times 593,9 \times 0,4 = 251,5 \text{ m}^3$

Evidenciando el déficit con respecto al volumen que existe actualmente. Se cuenta con aproximadamente 145 m³ actualmente con los dos tanques, y se requieren 251,4 m³.

- **Calidad de agua**

El agua captada desde el acuífero que sirve como fuente de abastecimiento del corregimiento de Los Pondores, no tiene antecedentes registrados de estudios realizados sobre la calidad. No obstante, en los talleres con la comunidad, se manifestó que hace algunos años se llevaron a cabo unos estudios para saber cuál era la calidad del agua, arrojando resultados muy positivos (no se encontraron reportes). La comunidad manifiesta que el agua de Los Pondores es una de las mejores de todas las poblaciones cercanas.

En cuanto a parámetros de pH y turbiedad, el agua se encuentra en un rango favorable, pues se encontró que la turbiedad es de 0,82 NTU (máxima permitida para agua potable es de 5 NTU) y el pH de 6,38 (debe fluctuar entre 6,5 y 9, para que el agua sea consumible) el cual por poco, no cumple lo establecido en la normatividad [10]. Los indicadores de DBO₅ (demanda bioquímica de oxígeno) y hierro del tanque, también arrojaron valores favorables y dentro de lo normal para un agua potable. Para el nivel de complejidad bajo debe hacerse muestreo como mínimo cada mes, el cual debe incluir coliformes totales y fecales y DBO₅; dicho parámetro se está incumpliendo puesto que los análisis de calidad de agua no se han hecho constantemente. En la Tabla 4 se muestran los resultados de DBO₅ y hierro encontrado en el agua captada.

Tabla 4. DBO5 y Hierro Tanque de Almacenamiento

ANÁLISIS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS
DBO ₅	mg O ₂ /L (A)	<2,00
HIERRO	mg/L	<0,1000

Los coliformes totales y el E. Coli, pueden ser un indicador fundamental para determinar si el líquido está siendo contaminado con materia orgánica, durante la red de distribución. Los resultados de estas muestras de campo, arrojaron que para la casa que se encuentra ubicada cerca a los tanques de almacenamiento, los valores son casi cero y la contaminación por los mismos, es casi nula.

Tabla 5. Coliformes totales y E. Coli Casa #1

ANÁLISIS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS
Coliformes Tot.	NMP/100 ml	1,0
E. coli	NMP/100 ml	<1,0

Por otro lado, en la casa que se encuentra más alejada, se pudo ver un incremento considerable de los valores de coliformes totales y E. Coli, dejando ver la posible y casi inminente contaminación que se encuentra en las tuberías de la red de distribución debido al problema de sedimentación anteriormente descrito. Los valores, aunque no son muy representativos en una escala logarítmica, no cumplen la normatividad.

Tabla 6. Coliformes totales y E. Coli Casa #2.

ANÁLISIS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS
Coliformes Tot.	NMP/100 ml	206,4x10 ¹
E. Coli	NMP/100 ml	11,9x10 ¹

Lo anterior, concuerda con el testimonio de la persona encargada de hacer las operaciones de funcionamiento actual del sistema de acueducto, quien dijo que hace pocos meses, se retiró parte de la tubería existente para observar si había problemas de obstrucción en la misma; se encontró una capa de material sedimentado y adherido a las paredes de la tubería, la cual está disminuyendo el diámetro nominal de la misma y por lo tanto, el funcionamiento no es el adecuado. Es probable que se hayan presentado problemas de infiltración en la tubería, debido a la mala acción del sistema de alcantarillado existente y el descuido de los habitantes por no tomar las debidas acciones correctivas sobre este sistema. Lo anterior evidencia que la instalación y operación empírica de los sistemas ha llevado a que se presenten los problemas mencionados.

Todo lo dicho, contrasta con lo que se pretende cumplir para el año 2030 mundialmente, establecido en los objetivos de desarrollo sostenible, que dice que se pretende mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial [11].

3.1.4 Sistema de Saneamiento

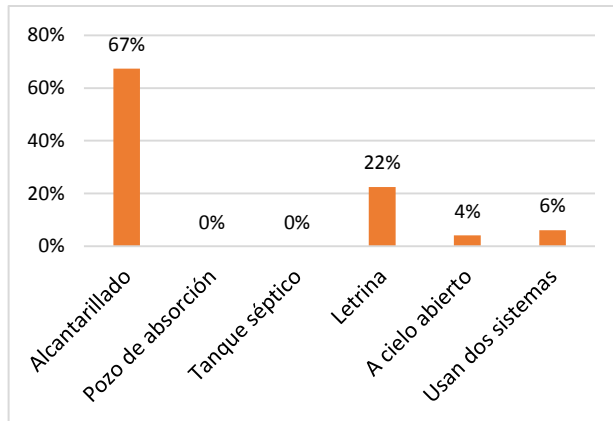
- **Prestador del servicio:** Servicio de saneamiento actualmente no tiene una entidad o empresa que lo administre, y la Junta de acción comunal no se ha encargado de este sistema.

- **Percepción del servicio y descripción de los componentes de sistema**

El sistema adoptado por los habitantes para evacuar las aguas residuales y excretas producidas en las casas fue en un comienzo las letrinas y a cielo abierto. Posteriormente, en el 2003, se instaló en el centro poblado una tubería de alcantarillado sanitario por parte de la alcaldía municipal en material de gres y diámetro de 10 pulgadas, integrada además con sus respectivas cámaras de inspección y cajas domiciliarias, esta red de tubería no fue construida teniendo en cuenta aspectos técnicos y no cubre la totalidad de las casas del corregimiento. El sistema de recolección de aguas residuales no cuenta con un sistema de tratamiento, descargando en un terreno ubicado a aproximadamente a 1,5 km del centro poblado. Una vez instalado el sistema, la población comenzó a hacer uso del mismo, conectando el vertimiento de aguas residuales a este sistema. Desde la instalación del alcantarillado a la fecha, se han realizado modificaciones del sistema, reemplazando en un tramo (plaza central) la tubería de gres por una de PVC de menor diámetro (aproximadamente 500 m de tubería), debido a la pavimentación de dicho sector.

El Grafico 5 muestra el método de disposición para las aguas negras (excretas humanas) en las viviendas. Las aguas grises son desalojadas con un 57% por el alcantarillado y el resto, son vertidas a cielo abierto. Otros sistemas empleados para las excretas son las letrinas y en algunos lugares utilizan dos sistemas (alcantarillado y letrina) para evacuación de excretas.

Gráfico 5. Estructura de destino de las excretas humanas



Se encontró que la mayoría de las tapas de las cámaras de inspección están selladas con cemento u otro material, como solución adoptada por la comunidad a los malos olores que emanan de dichas cámaras. Posiblemente esto se deba a problemas de pendientes y como consecuencia de esto, no se produce el esfuerzo y no se logra el arrastre de sólidos. Junto a esto se observó que el emisario final, el cual se encuentra a las afueras del corregimiento, está funcionando de forma incorrecta. Este tiene aproximadamente los últimos 500 metros rebosados (tubería y cámaras de inspección) debido a la acumulación de diferentes tipos de residuos y también a que dicho emisario no entrega las aguas residuales a ninguna planta de tratamiento, causando que el flujo se acumule y se desborde por las cámaras de inspección, vertiéndose en el terreno de una finca en la cual se encuentran animales que consumen dichas aguas residuales. En las Figuras 10 a 12 se observa, la contaminación que se está produciendo a causa del no mantenimiento de las redes de alcantarillado y el no tratamiento de las aguas residuales.

Figura 10. Pozos de inspección rebosados por acumulación de residuos sólidos.



Figura 11. Aguas residuales vertidas al suelo sin ningún tratamiento.



Figura 12. Animales bebiendo aguas residuales sin tratamiento.



La mayor parte de las personas del corregimiento están inconformes con el sistema de manejo de aguas residuales y excretas, debido principalmente a los malos olores percibidos en las cámaras de inspección; un 20% de los encuestados percibe olores, 61% no percibe olores y 18% no sabe si se emanan malos olores. Adicionalmente, la población manifiesta que se debería tener una planta de tratamiento de aguas residuales y cambiar la tubería, ya que la que está actualmente es de gres y tienen la creencia de que no es la que se debe utilizar.

Gran porcentaje de las personas (84%) no está de acuerdo con el sistema actual de saneamiento, mientras que un 12% lo aprueba.

Actualmente el servicio de alcantarillado no tiene ningún costo, pero las personas se mostraron dispuestas a pagar por el servicio de alcantarillado (95,9%), siempre y cuando mejoren sus condiciones operativas, ya que no toleran los malos olores que emanan de los pozos de inspección y temen por las enfermedades que el mal funcionamiento de este sistema les pueda ocasionar.

En el corregimiento actualmente no hay servicio de aseo (recolección y transporte de residuos sólidos, barrido de vías y disposición final). Los habitantes manejan los residuos producidos en la misma vivienda, a través de prácticas como la quema en lotes cerca al corregimiento en un 49%, disposición a cielo abierto en lotes aledaños al corregimiento (14%) o le pagan a una persona que los transporta y los deposita en un hueco que fue excavado para la explotación de arena y es de propiedad privada (18%).

Respecto de los residuos orgánicos de rápida degradación, el 78% de las personas lo aprovechan para alimentar animales domésticos. En el Grafico 6 se muestra el procesamiento que le dan las personas a los residuos sólidos generados. En las ilustraciones 13 y 14 se muestra algunos lugares que los habitantes están utilizando para quemar y depositar los residuos sólidos.

Gráfico 6. Manera de procesar los residuos sólidos.

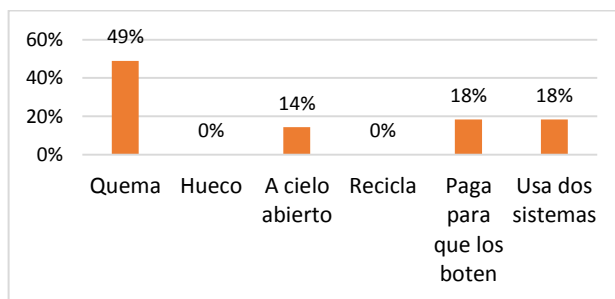


Figura 13. Lugar en el que botan los residuos sólidos.



Figura 14. Lugar de quema de los residuos sólidos.



3.1.5 Higiene. En la encuesta realizada, la comunidad manifestó que en el corregimiento se presentan problemas de plagas: en un mayor porcentaje por mosquitos (47%) y moscas (26%), principalmente en las épocas de lluvias, también se presentan casos como roedores (17%) y en un menor porcentaje cucarachas y murciélagos.

En cuanto al lavado de manos todas las personas se lavan las manos antes de comer, lo hacen seguido y el 94% utilizan jabón. Por otra parte, el mayor porcentaje de animales presentes en las casas son perros, seguidos de gatos y en un menor porcentaje tortugas, pericos, gallinas y cerdos, estos últimos son criados en los patios de las casas dentro de corrales construido por las mismas personas, los desechos de todos los animales son evacuados junto a los residuos sólidos.

3.1.6 Síntesis de los resultados obtenidos

Tabla 7. Síntesis sistema de abastecimiento.

Parámetros a evaluar	Resultado	Requerimiento	¿Cumple?
<u>Cobertura</u>	100%	95%	Sí (Resolución 1096 de 17 de noviembre de 2000)
<u>Presiones</u>			
Alta	32,70%	Se requiere que todas las casas tengan niveles de presión alta.	Solo el 32,7% cumple con el requerimiento.
Media	18,40%		
Baja	49%		
<u>Componentes Actuales</u>	¿Posee componente?		
Captación	Sí	Sí	Sí
Conducción	Sí	Sí	Sí
PTAP	No	No	Sí
Tanque almacenamiento	Sí	Sí	Sí
Red de distribución	Sí	Sí	Sí
<u>Métodos de tratamiento</u>			
Cloración	4,10%	Se requiere algún método de desinfección	No
Hervir	32,70%		
Filtrar	10,20%		
Ninguno	53,10%		
<u>Opinión General Actual</u>			
Bueno	55,10%	Bueno	44,9% no cumple
Regular	38,80%		
Malo	6,10%		
<u>Capacidad de almacenamiento</u>	Tanque 1: 60 m ³ Tanque 2: 32 m ³	Calcular	
<u>Calidad de agua</u>			
DBO5 (mg O2/L)	<2,00	<2,00	Sí (Decreto 475 de 1998)
Hierro	<0,100	0,3	Sí (Decreto 475 de 1998)
pH (unidades)	6,38	6,5<pH<9	No (Decreto 475 de 1998)
Turbiedad	0,82	<5	Sí (Decreto 475 de 1998)
Coliformes Totales	Casa 1: 1 Casa 2:	100 UFC/100cm ³	Casa 1: Sí Casa 2:

Parámetros a evaluar	Resultado	Requerimiento	¿Cumple?
	206,4*10 ¹		No (Decreto 475 de 1998)
E. Coli	Casa 1: <1 Casa 2: 11,9*10 ¹	0 UFC/100cm ³	Casa 1: Sí Casa 2: No (Decreto 475 de 1998)
<u>Continuidad del servicio</u>			
menos de 6 horas	22,40%	El servicio debe ser suministrado y regulado por el tanque	
entre 6 y 12 horas	73,50%		
24 horas	4,10%		
<u>Operación y Mantenimiento</u>			
¿Existe mantenimiento?	Sí	Depende del componente	En general, no cumple
Costo por el servicio	7000 COP		
Número de personas para la operación y mantenimiento	1	Número acorde con las necesidades del sistema	No
La persona está capacitada para este trabajo	No	Sí	No
¿Qué mantenimiento se le hace al sistema?	Lavado del tanque de almacenamiento	1 vez al año	Sí
Cuántas veces al año se le hace mantenimiento	2 veces al año	1 vez al año	Sí (RAS 2000)

Tabla 8. Síntesis sistema de saneamiento básico.

Alcantarillado	Resultado	Requerimiento	¿Cumple?
<u>Casas conectadas</u>	67%	85%	No
<u>Soluciones Individuales</u>			
Letrinas	22%		
Pozo de absorción, tanque séptico	0%		
A cielo abierto	4%		
Ambos (letrina y alcantarillado)	6%		
<u>Tipo de sistema</u>	convencional combinado	Sí	Sí
<u>Administradores del sistema</u>	Actualmente nadie está a cargo del sistema	Al menos debe existir una empresa responsable de	No

Alcantarillado	Resultado	Requerimiento	¿Cumple?
		este sistema	
<u>Componentes Actuales</u>	¿Posee componente?		
Tubería instalada	Sí	Sí	Sí
Cámaras de inspección	Sí	Sí	Sí
Conexiones domiciliarias	Sí	Sí	Sí
PTAR	No	Sí	No
<u>Opinión General Actual</u>	%		
Bueno	12%	Bueno	88% No cumple
Regular	4%		
Malo	84%		
<u>Operación y Mantenimiento</u>			
Opera actualmente	Sí	Si	Sí
Opera correctamente	No	Si	No
Costo por el servicio	Ninguno	Tarifa por el servicio acorde con los costos operativos	No
Tiene mantenimiento	No	Que haya mantenimiento preventivo y remediativo	No
Estado actual de la infraestructura	Antigua y en mal estado	En buen estado	No
Vertimientos ¿En dónde?	En lote sin ningún tipo de control	Lugar con estudios para verter aguas residuales	No
Tratamiento de las aguas vertidas	Ninguno	Hacer algún tipo de tratamiento	No
Residuos Sólidos			
¿Hay barrido de calles y disposición final?	No	95%	No

Alcantarillado	Resultado	Requerimiento	¿Cumple?
Métodos de Procesamiento	Disposición a cielo abierto y quema sin capacitación técnica	Capacitación técnica para el procesamiento	No
Lugares donde se disponen los residuos	Lotes cerca a la población	Por fuera del perímetro urbano	No

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS

4.1 MATRIZ DOFA DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO.

Tabla 9. Matriz DOFA sistema de abastecimiento de agua.

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none">- Carencia de diseño y supervisión técnica en la construcción del sistema.- El servicio no es llevado a lo largo de todo el día a las viviendas de la población.- Bajas presiones de agua en las viviendas a medida que se alejan de los tanques de almacenamiento.- Calidad afectada en el proceso de conducción y distribución de agua, evidenciada en el contenido microbiológico en viviendas que han recorrido una mayor longitud de tubería.- Más de la mitad de personas (52,1%) consumen directo el agua sin tratamiento.- El responsable por la prestación del servicio (JAC), no cuenta con procedimientos establecidos para una adecuada prestación.- El ente prestador del servicio no se encuentra legalizado ante la SSPD (superintendencia de servicios públicos domiciliarios).- No se ha realizado capacitación a la comunidad para la conformación de una estructura para la prestación del servicio.	<ul style="list-style-type: none">- Convenio con entidades estatales para optimizar el servicio.- Convenio con empresas privadas para hacerse cargo de la administración del servicio.- Registro ante la SSPD para legalizar los entes de administración comunitaria del sistema.

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Las tarifas actuales no corresponden con los costos del servicio. - No se lleva a cabo monitoreo permanente de calidad del agua captada. - Personal insuficiente para labores de operación y mantenimiento. - Personal actual no capacitado. - Falta de mantenimiento preventivo. - Estructuras de almacenamiento deterioradas. - Falta de otra máquina de extracción de agua que sirva como reemplazo cuando la actual se encuentre en mantenimiento. - Redes de tuberías en mal estado. 	
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo casi total de la comunidad que hace uso del sistema. - El servicio es llevado a todas las viviendas de la población. - Existe cultura de pago por la prestación del servicio de agua. - Disposición a pagar una tarifa mayor a la actualmente establecida, en condiciones de mejoras en el servicio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sanciones y multas ambientales por riesgo a la salud pública. - Riesgo de proliferación de enfermedades transmitidas mediante el agua. - Posible riesgo de desabastecimiento por sobreexplotación del acuífero. - Riesgo de contaminación de la fuente abastecedora asociado a inadecuadas prácticas de saneamiento.

Tabla 10. Matriz DOFA sistema de saneamiento básico.

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Sistema sin método de tratamiento de aguas residuales. - Sistema sin personal que lo administre. - Sistema sin ningún tipo de diseño o estudio técnico. - Sistema sin ente encargado de la operación y mantenimiento. - Infraestructura vieja y deteriorada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Convenios con entidades municipales para mejorar la operación del sistema. - Convenio con empresas privadas para hacerse cargo de la administración del servicio. - Registro ante la SSPD para legalizar los entes de administración comunitaria del sistema.

<ul style="list-style-type: none"> - Mal funcionamiento del sistema, causando malos olores en las cámaras de inspección y posible infiltración que afecte la calidad de agua del sistema de abastecimiento. - Vertimientos de las aguas residuales en un lote no apto para dicha actividad. - Falta de sitio para disponer adecuadamente los residuos sólidos. - Falta de unión de las personas del corregimiento para conformar organizaciones comunitarias. - La cobertura del alcantarillado no es completa en toda la población. - Falta de mantenimiento del sistema del alcantarillado y de las soluciones individuales. - No disponibilidad de recursos económicos para mantenimiento y mejoramiento del sistema. - Descontento de la población por el servicio que presta el sistema de alcantarillado y posibles marchas para protestar. 	
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - La red de tuberías está instalada en todo el corregimiento. - La disposición de las personas para pagar por el costo del servicio de alcantarillado, si éste es de buena calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sanciones y multas ambientales por riesgo a la salud pública. - Riesgo de proliferación de enfermedades transmitidas mediante el vertimiento de las aguas residuales sin tratamiento. - Gran impacto ambiental por acumulación de residuos sólidos indiscriminadamente.

4.2. ELEMENTOS PRIORITARIOS A INTERVENIR

Después de conocer el análisis de los resultados obtenidos en la encuesta, es posible determinar los elementos que deberían ser intervenidos prioritariamente

debido a su afectación en el buen funcionamiento actual de los sistemas de acueducto y saneamiento básico.

4.2.1. Sistema de Acueducto. Las causas que engloban la mayor parte de las deficiencias del sistema son:

- Carencia de diseño y supervisión técnica en la construcción del sistema, lo cual está directamente ligado con las bajas presiones que se encuentran en el mismo, continuidad parcializada y periodizada del servicio de agua, y falta de estructuras y métodos de tratamiento de calidad de agua puesto que muchas personas consumen directamente del agua que llega a sus grifos. Lo anterior dicho, puede traer riesgo a la salud pública de la población, ya que es de requerimiento tener al menos un método de desinfección del agua dentro de una población.
- Actualmente, al no contar con una administración bien estructurada, se ven afectados diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua, evidenciando lo registrado por los resultados de inventario sanitario rural del 2006, donde se afirma que al menos el 88,8% de las administraciones comunitarias prestadoras del servicio no se encuentran registradas ante la SSPD. El grupo de personas que se encargan hoy en día de tomar las decisiones del sistema, se limita a tomar decisiones únicamente de carácter remediativo cuando ocurren problemas a gran escala. Algunas de las consecuencias de esta problemática, serían la falta de gestión para llevar a cabo labores de operación y mantenimiento. De igual forma, al tener una tarifa que solo cubre necesidades inmediatas (sueldo del operario y pago de servicio de energía eléctrica por uso de la bomba), no permite contar con mayor cantidad de personal y a su vez capacitarlos para operar adecuadamente los elementos. Como se dijo anteriormente en los resultados de calidad de agua,

no se llevan a cabo monitoreos permanentes de calidad y no se sabría si se cumple con que ningún agua debe estar expuesta a contaminación por aguas cloacales o materias excrementicias [12].

La Falta de disponibilidad de recursos y falencias administrativas, han llevado a que no haya un mantenimiento preventivo de los componentes del sistema, lo que genera un impacto a la calidad de agua entregada en las viviendas. Los tanques de almacenamiento, presentan daños estructurales considerables y en determinado momento, puede representar riesgo para el nivel de presión de agua que se maneja actualmente.

4.2.2. Sistema de Saneamiento. Las causas que engloban la mayor parte de las deficiencias del sistema son:

- Actualmente, el sistema se encuentra operando sin ningún ente administrativo a su cargo. Debido a que no se tiene una tarifa por el servicio prestado, la nula disponibilidad de recursos no ha permitido destinar recursos para el mantenimiento de ningún tipo lo cual puede estar involucrado al mal funcionamiento, emisión de malos olores y deterioro de la infraestructura instalada. Las soluciones individuales, de igual forma, no presentan ningún tipo de método de prevención y mejoramiento de la estructura, lo cual lleva a que se puedan presentar infiltraciones en el suelo y contaminación del acuífero aledaño. La gran mayoría de los habitantes (84%) de la comunidad, están en desacuerdo con el funcionamiento actual del sistema de saneamiento ya que todos perciben el mal servicio que se ha venido ofreciendo.

Por otro lado, en el corregimiento no existe un ente encargado de la recolección y disposición de los residuos sólidos que se generan en las viviendas, lo que ha llevado a que se empleen diferentes mecanismos de procesamiento de dichos residuos que no son apropiados y generan una

acumulación excesiva de desechos en lotes circundantes al corregimiento. Lo anterior dicho, evidencia el incumplimiento de los estamentos consignados en la cartilla de servicios públicos para las entidades territoriales, de la SSPD, donde exige que el Municipio debe asegurarse del buen funcionamiento del servicio público de aseo, gestionando recursos para el mismo y fomentando el desarrollo empresarial para garantizar la eficiencia y calidad del servicio [13].

- La carencia de diseños y estudios técnicos, también está directamente ligada a la contaminación presente en la comunidad. Los vertimientos que se hacen indiscriminadamente de las aguas residuales, debido a la falta de una estructura de tratamiento final, puede generar infiltraciones a las tuberías que prestan el servicio de abastecimiento de agua y afectan su calidad. A su vez, el lugar que sirve como destino de las aguas residuales del alcantarillado, es un lote donde habitan animales que sirven como sustento de sus propietarios y los mismos hacen uso de dichas aguas para su consumo; lo anterior puede generar infecciones que afecten la salud de los habitantes ya que la tuberculosis es transmitida por la leche de vacas infectadas que bebieron en corrientes contaminadas con aguas negras [14]. Las soluciones individuales fueron implementadas para suplir la necesidad de evacuación de excretas debido a que un porcentaje de la población, no se encuentra vinculado al sistema de alcantarillado.

5. PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Propuestas generales y comunes para los sistemas:

- Conformación de ente administrativo bien estructurado por parte de la comunidad, legalizado ante la SSPD y con personal capacitado para el mismo.
- Hacer el acercamiento con las empresas que prestan el servicio de abastecimiento de agua y saneamiento en el centro poblado del municipio, para que se hagan cargo de la administración de los sistemas del corregimiento.

5.1. PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE ACUEDUCTO

5.1.1. Propuestas calidad de agua

- Desinfección individual por vivienda, por medio de combinación de filtración y cloración.
- Reemplazar tubería existente de distribución de agua, diseñando una nueva red que cumpla con los parámetros requeridos. De igual forma, realizar desinfección general por medio de una cloración en los tanques de almacenamiento de agua.

5.1.2. Propuestas de aspectos técnicos

- Construcción de un nuevo pozo de captación que sirva para abastecer los dos sectores en los que se encuentra dividido el centro poblado, disponiendo de una nueva máquina que sirva para bombear agua hacia los tanques.

- Diseñar un nuevo tanque en una ubicación diferente a los existentes, con el fin de abastecer el sector más alejado de la zona de almacenamiento actual cumpliendo con las presiones y mejorando la continuidad, basándose en poblaciones proyectadas. De igual forma se debe instalar un juego de accesorios que permita que la bomba actual pueda abastecer los tanques en diferentes momentos del día
- Diseñar y construir un nuevo tanque junto a los existentes, para cumplir las presiones óptimas en el sector 2, mediante la instalación de una tubería que esté conectada directamente al sector mencionado.

5.2. PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE SANEAMIENTO

5.2.1. Propuestas para tratamiento de residuos sólidos

- Implementar el aprovechamiento de los residuos orgánicos en las viviendas, reciclando los residuos aprovechables y disponer de un lugar único en donde toda la población pueda llevar sus residuos no aprovechables en la periferia del corregimiento, sin que tenga algún riesgo de impacto ambiental.
- Realizar un acercamiento con las entidades competentes del Municipio, para que los vehículos que recogen los residuos sólidos en el casco urbano, puedan desplazarse hasta el corregimiento y ejecutar las mismas labores. De igual forma aprovechar de los residuos orgánicos en las viviendas y reciclar los residuos aprovechables.
- Realizar una recolección dentro del corregimiento, donde se disponga de todos los desechos de la población, con la creación de un micro-relleno sanitario.

5.2.2. Propuestas para sistema de alcantarillado

- Revisar si la red de alcantarillado actual cumple con criterios de diseño. En caso de no cumplir, construir una nueva red para lograr una cobertura total en la comunidad y mejorar el funcionamiento del sistema actual, construyendo una estructura de tratamiento para reducir el contenido de contaminación y reusarla en riego de cultivos.
- Conservar la cobertura actual del sistema mejorando su actividad operativa y su infraestructura, construyendo planta de tratamiento para las aguas negras y grises. De igual forma, implementar la cultura de soluciones individuales, como letrinas y pozo de absorción para la evacuación de aguas negras y aguas grises para las familias que no se encuentran conectadas a la red y para posibles nuevos habitantes.
- Utilización total en la comunidad de sistemas individuales para evacuación de aguas negras y grises; incumbe dejar de utilizar el actual sistema de alcantarillado y hacer su remoción, hacer uso de letrinas y pozos de absorción para la evacuación de aguas negras y grises.

5.3. SELECCIÓN DE LAS PROPUESTAS A IMPLEMENTAR

5.3.1. Conformación de ente administrativo bien estructurado por parte de la comunidad, legalizado ante la SSPD y con personal capacitado para el mismo. Se escoge esta alternativa por la mayor facilidad en la unión y conformación de un grupo de personas de la misma comunidad, puesto que la mayoría de los habitantes tienen conocimiento de las fallas que presentan los sistemas en la actualidad y se han hecho intentos de acercamientos a las entidades municipales sin tener éxito, ya que esta población no es muy atractiva en el ámbito de utilidades para las empresas prestadoras de los servicios de acueducto y saneamiento.

5.3.2. Reemplazar tubería existente de distribución de agua, diseñando una nueva red que cumpla con los parámetros requeridos. De igual forma, realizar desinfección colectiva por medio de una cloración en los tanques de almacenamiento de agua: Se escoge esta alternativa ya que el agua captada es de buena calidad y se está presentando contaminación en la red de distribución, por lo que es necesario reemplazar la tubería existente haciendo un diseño para cumplir los parámetros de diseños. De igual forma, se garantiza un monitoreo constante de calidad y una posible macro-medición por parte del ente administrador de los sistemas ya que, de manera individual, los procesos no se garantizarían y probablemente se perdería la costumbre de utilizar la desinfección en cada vivienda. Cabe resaltar que esta opción conlleva altos costos de inversión, puesto que requiere materiales, mano de obra y diseños técnicos. Gracias al modelamiento hecho, se pudo realizar el esquema que corresponde a esta propuesta seleccionada, viendo mejoras significativas y optimización del sistema. En el modelo realizado para la propuesta, se pudo ver que los diámetros podían disminuirse, pasando de 3 pulgadas a 2 pulgadas. Lo anterior cumple con lo la normatividad puesto que el diámetro mínimo para usar en las redes de distribución menor, es de 50 mm (2 pulgadas = 50,8 mm). También las presiones de nodos aumentaron y casi en su totalidad, sobrepasan la presión mínima de 10 mca.

5.3.3. Diseñar un nuevo tanque en una ubicación diferente a los existentes, con el fin de abastecer el sector más alejado de la zona de almacenamiento actual cumpliendo con las presiones y mejorando la continuidad, basándose en poblaciones proyectadas. De igual forma se debe instalar un juego de accesorios que permita que la bomba actual pueda abastecer los tanques en diferentes momentos del día: Se escoge esta opción debido a la viabilidad de la propuesta en términos de facilidad y practicidad, ya que al tener un tanque que suministre agua al sector 2, afectado por bajas presiones, se garantiza la solución a la problemática diseñando el tanque de acuerdo con la demanda del sector al

que se le prestará el servicio. Se descarta la opción de un nuevo pozo de captación ubicado en una zona alejada del pozo existente, ya que habría una posible sobreexplotación del acuífero y se tendrían pérdidas de energía mayores en la conducción hacia el tanque. De igual forma se descarta la opción de construir un nuevo tanque junto a los existentes, puesto que requeriría una mayor cabeza hidráulica de presión debido a las pérdidas que se presentan en la tubería por el mayor recorrido. Gracias a la herramienta EPANET, se llevó a cabo el modelo del esquema final de acueducto, con las mejoras anteriormente planteadas, evidenciando mayores presiones y mejores velocidades. En la figura 15 se observa el esquema final y la alternativa de mejoramiento.

Figura 15. Esquema mejorado del acueducto.

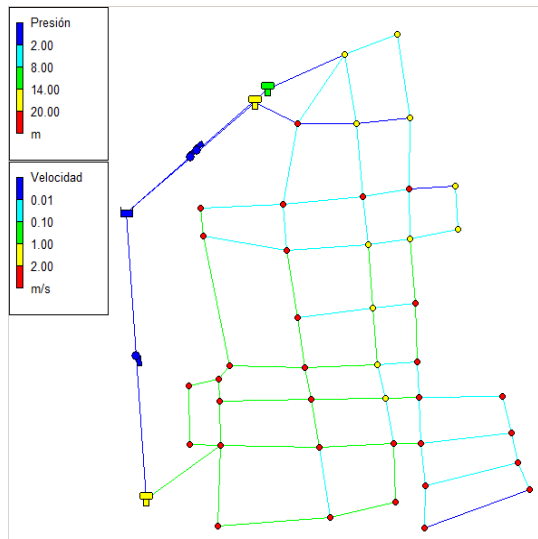


Tabla 11. Presión en los nodos de la red mejorada.

	Presión
ID Nudo	m
Conexión n1	18.83
Conexión n2	18.33
Conexión n4	19.76
Conexión n5	19.70
Conexión n6	19.65

	Presión
ID Nudo	m
Conexión n7	19.67
Conexión n9	21.04
Conexión n10	21.44
Conexión n12	22.67
Conexión n14	21.75
Conexión n16	21.25
Conexión n17	20.49
Conexión n18	20.44
Conexión n20	20.17
Conexión n21	20.62
Conexión n22	20.88
Conexión n24	21.72
Conexión n25	21.69
Conexión n27	20.44
Conexión n28	20.44
Conexión n29	20.40
Conexión n30	19.96
Conexión n32	17.93
Conexión n33	16.76
Conexión n36	20.69
Conexión n37	20.76
Conexión n38	20.58
Conexión n39	20.53
Conexión n40	21.54
Conexión n41	20.70
Conexión n43	20.96
Conexión n46	20.45
Conexión n47	20.04
Conexión n53	20.90
Conexión n60	21.00
Conexión n68	21.27
Conexión n69	21.31
Conexión n75	20.18
Conexión n81	19.32
Conexión n82	19.31
Conexión n86	21.74
Conexión n87	21.96

Tabla 12. Velocidades cercanas a cero en la red mejorada.

	Velocidad
ID Línea	m/s
Tubería 6	No
Tubería 47	No
Tubería 46	No
Bomba 22	No
Bomba 40	No
Bomba 48	No

5.3.4. Realizar un acercamiento con las entidades competentes del Municipio, para que los vehículos que recogen los residuos sólidos en el casco urbano, puedan desplazarse hasta el corregimiento y ejecutar las mismas labores. De igual forma aprovechar de los residuos orgánicos en las viviendas y reciclar los residuos aprovechables: Se escoge esta opción debido a su facilidad, ya que el corregimiento cuenta con vías de acceso pavimentadas y se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 3.5 km, lo cual no representa un costo elevado en términos de operación (desplazamiento). Los vehículos encargados de este proceso, transportarían únicamente los residuos sólidos no aprovechables hasta el sitio donde el municipio dispone de los mismos, debido a que se implementaría la cultura del reciclaje y el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos dentro de la comunidad. Se descarta la opción de contar con sitios aledaños al centro poblado del corregimiento para disponer de los desechos, ya sean aprovechables o no, puesto que habría la necesidad de expedir licencias ambientales dentro del corregimiento y además contar con una empresa u organización para que se encargue de la operación; lo dicho, conlleva una inyección de capital considerable y un proceso de gestión importante.

Para el tratamiento de residuos sólidos, basados en el RAS 200, título F, la producción per cápita para una población de nivel de complejidad bajo es de 0.45 Kg/hab/día. Con una producción de 60% residuos orgánicos, 20% residuos

sólidos reciclables y 20% residuos sólidos no aprovechables [15], se producen 850.05 kg/día. A pesar de que la comunidad manifiesta utilizar los residuos sólidos orgánicos para alimentar animales (75.5%), se propone mejorar el manejo de estos residuos, a través de su transformación por medio de opciones como compostaje o lombricompostaje. Suponiendo que se reutilizan 50% de materiales orgánicos y reciclables (por medio de la disposición y manejo por parte del ente administrativo en otro sector), y contando con la población de 1889 habitantes, esto es lo que se recolecta y transporta al sitio de disposición final:

$$0.45 \frac{kg}{hab * día} * 60\% * 1889 hab * 50\% = 255.015 \frac{kg}{día} \text{ (residuos orgánicos)}$$

$$0.45 \frac{kg}{hab * día} * 20\% * 1889 hab * 50\% = 85.005 \frac{kg}{día} \text{ (residuos reciclables)}$$

$$0.45 \frac{kg}{hab * día} * 20\% * 1889 hab = 170.01 \frac{kg}{día} \text{ (residuos no aprovechables)}$$

Finalmente se obtiene un valor total de 510.03 kg de residuos generados que deberán ser transportados al municipio. Teniendo en cuenta lo estipulado en el Título F del RAS 2000, se puede deducir que la densidad volumétrica de la mezcla de residuos orgánicos, reciclables y no aprovechables es de 400 kg/m³ dentro del vehículo compactador. El volumen calculado es de 1.275 m³/día.

Para el título F del RAS 2000 la frecuencia mínima de recolección para un nivel bajo de complejidad es de 2 veces a la semana. Suponiendo que los carros pasarían cada 3 y cada 4 días a la semana, se obtienen los siguientes volúmenes:

$$1.275 m^3 * 3 = 3.825 m^3 \text{ (volumen después de tres días)}$$

$$1.275 m^3 * 4 = 5.1 m^3 \text{ (volumen después de cuatro días)}$$

Dicho esto, es posible seleccionar el camión que puede suplir la necesidad de recoger el número calculado de basuras dentro del corregimiento. El modelo

R050E-08 puede servir como alternativa de recolección, puesto que, pasando dos veces por semana, el mayor volumen que recogería sería de 5.1 m³ y el mismo cuenta con capacidad de 6.09 m³ [16]. En la figura 16, se aprecia la imagen del camión recolector.

Figura 16. Camión escogido para recolectar residuos sólidos



5.3.5. Revisar si la red de alcantarillado actual cumple con criterios de diseño. En caso de no cumplir, construir una nueva red para lograr una cobertura total en la comunidad y mejorar el funcionamiento del sistema actual, construyendo una estructura de tratamiento para reducir el contenido de contaminación y reusarla en riego de cultivos: Debido al deficiente estado actual del sistema de alcantarillado, la necesidad de invertir una cantidad considerable de recursos, es el común denominador de las propuestas. Se necesita de diseños y construcción de nuevas redes y planta de tratamiento. Se descarta la opción de tener el funcionamiento simultáneo de soluciones individuales y red de alcantarillado, puesto que el sistema actual debe ser diseñado y reemplazado, por lo que sería un sistema prácticamente nuevo y lo mejor sería en ese caso, que la cobertura fuese total en toda la población. De igual forma, las soluciones individuales representan un impacto ambiental considerable pues la infiltración de aguas grises en gran proporción debido al servicio continuo de agua que en teoría se alcanzaría en la tercera propuesta, va a generar una mayor producción de aguas residuales, y estas pueden contaminar el acuífero que sirve como fuente de abastecimiento de agua para la comunidad; las personas

que utilizan en la actualidad el alcantarillado, casi con total seguridad, no estarán de acuerdo en volver a la utilización única de sistemas individuales pues sería, desde el punto de vista de calidad de vida, un atraso.

Teniendo en cuenta los aspectos socioeconómicos, culturales, técnicos y ambientales, se seleccionaron posibles tratamientos que se ajustan al corregimiento con sus ventajas y desventajas, predominando los que requieren menos consumo de energía y que requieran menos personal para su operación. Ya que el caudal calculado de aguas residuales es bajo (1.75 l/s), siendo completamente doméstico y teniendo como limitación que el corregimiento no cuenta con fuente superficial para descargar el agua posterior a su tratamiento, se tienen los siguientes tratamientos:

Sistema de tratamiento	Ventajas	Desventajas
Rejas de cribado	-Eliminación de sólidos gruesos.	-Necesita operario para su limpieza. -Puede obstruir y rebosar el canal.
Desarenador	-Eliminación de arenas y gravas.	-Realizar el lavado para remover contenido de materia orgánica y posterior reutilización. [17]
Tanque séptico	-Sedimenta y elimina flotantes. -Actúa como digestor anaerobio. -No requiere energía.	-Hace tratamiento parcial de las aguas residuales.
Laguna facultativa	-Realiza procesos aerobios y anaerobios. -No requiere energía.	-Requiere gran profundidad y área.
Tanque Imhoff	-Elimina sólidos sedimentables y tiene digestión anaerobia. -No requiere energía.	-Requiere retiro de espumas. [18]
Filtro anaerobio	-Eliminación de la DBO carbonosa y estabilización de residuos (desnitrificación). -No requiere energía.	-Requiere sistemas de soporte (alta porosidad).
Humedales	-Presenta procesos aeróbicos y anaeróbicos. -No requiere energía. -Llega a ser altamente	-Se debe retener el agua con arcillas o geotextiles. -Alta demanda de área.

Sistema de tratamiento	Ventajas	Desventajas
	eficiente en la eliminación de bacterias y microorganismos patógenos. -Agradable a la vista.	
Zanjas de infiltración	-Las superficies necesarias son relativamente pequeñas con cargas hidráulicas elevadas.	-limitada por las características del suelo y los impactos sobre las aguas subterráneas. [19]

El tren de tratamiento seleccionado consiste en: cribado y desarenador para el tratamiento preliminar, Tanque Imhoff como tratamiento primario, como tratamiento secundario se escogieron los humedales y por último las zanjas de infiltración. Estos sistemas seleccionados ofrecen una excelente remoción de contaminación, ya que se llega a la infiltración en el terreno, por ser un caudal bajo, no hay riesgo de contaminación al acuífero.

6. CONCLUSIONES

- Los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico presentan fallas a nivel de diseño, que han llevado al mal funcionamiento de los mismos. De igual forma, al carecer de un ente administrador, ha llevado a la falta de mantenimiento, carencia de personal capacitado y poca inversión estatal.
- El elemento prioritario a intervenir es la estructuración de un grupo de personas que se encarguen de administrar la operación y mantenimiento de cada sistema, legalizándose ante la SSPD y contando con personal capacitado para el mismo.
- Para el sistema de acueducto se encontró déficit en el almacenamiento de agua y contaminación en la red de distribución, provocando baja calidad del servicio y se opta por construir nuevo tanque en posición cercana al sector 2, reemplazando la tubería existente. En el sistema de saneamiento básico, se escoge invertir en un nuevo sistema de alcantarillado, construcción de una planta de tratamiento y llevar a cabo la recolección de residuos sólidos por parte del municipio

REFERENCIAS

- [1] Progresos en materia de saneamiento y agua: informe de actualización de 2015 y evaluación de los OMD. Available: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/jmp-report/es/> [citado 15 de febrero de 2016].
- [2] objetivo 7: garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Meta 7.C: Reducir a la mitad, para 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento. Available: <http://www.un.org/es/millenniumgoals/environ.shtml> [citado el 20 de febrero de 2016]
- [3] Resultados Inventario sanitario rural; 1ra Edición; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Viceministerio de Agua y Saneamiento; Bogotá, Colombia, 2006 pp. 5-16
- [4] Plan básico de Ordenamiento territorial Municipio San Juan del Cesar; 1ra Edición; Gabinete Municipal, Concejo Municipal, Consejo Territorial de Planeación; San Juan de Cesar, Colombia, 1998, pp. 53 y 181-182
- [5] Resultados Inventario sanitario rural; 1ra Edición; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Viceministerio de Agua y Saneamiento; Bogotá, Colombia, 2006 pp. 16-20
- [6] Evaluación socioeconómica de proyectos de acueducto y alcantarillado; 1ra edición; Ministerio de desarrollo; Bogotá, Colombia, 2002, pp. 25.
- [7] Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000; 1ra Edición; Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de agua potable y saneamiento básico; Bogotá, Colombia, 2000 pp. 49
- [8] EPANET 2 Manual de usuario; Versión 2.0; Environmental Protection Agency; Cincinnati, Estados Unidos, 2008, pp. 7-136}

- [9] López Cualla Ricardo Alfredo; Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados; 2da. Edición; Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería; Colombia, 2003.
- [10] Decreto 475 de 10 de marzo de 1998; Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1327> [citado 15 de septiembre de 2016]
- [11] Objetivos de Desarrollo sostenible; Available: <http://proyectocarbono.org/objetivos-de-desarrollo-sostenible> [citado el 10 de octubre de 2016]
- [12] Ruiz José Efraín y Gómez Jeremías; Calidad del agua en Colombia; 1ra Edición; HIMAT; Bogotá, 1998.
- [13] Cartilla de Servicios públicos para entidades territoriales; 1ra Edición; Superintendencia de Servicios públicos domiciliarios; Bogotá, Colombia, 2012, pp. 49
- [14] Fair Gordon Markew, Geyer John Charles, Okun Daniel Alexander; Ingeniería Sanitaria y de aguas residuales; Volumen 1; Limusa; México, 1997.
- [15] Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000; 1ra Edición; Título F; Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de agua potable y saneamiento básico; Bogotá, Colombia.
- [16] Camión recolector de basura R050-E; Available: <http://camionesrecolectoresdebasura.com/camion-recolector-de-basura-r050-e/> [citado 15 de septiembre de 2016].
- [17] METCALF & EDDY; Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización; Volumen 1; McGraw-Hill.
- [18] Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales; 1ra edición; UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; México, 2013.
- [19] Guía para la selección de tecnologías de depuración de aguas residuales por métodos naturales; Universidad Técnica Particular de Loja; Ecuador, 2010.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDIA DE BOGOTA. Decreto 475 de 10 de marzo de 1998; Available: [citado 15 de septiembre de 2016]<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1327>

EPANET 2 Manual de usuario; Versión 2.0; Environmental Protection Agency; Cincinnati, Estados Unidos, 2008, pp. 7-136}

FAIR GORDON MARKEW, Geyer John Charles, Okun Daniel Alexander; Ingeniería Sanitaria y de aguas residuales; Volumen 1; Limusa; México, 1997.

GESTIÓN COMERCIAL. Camión recolector de basura R050-E; Available: [en línea] [citado 15 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://camionesrecolectoresdebasura.com/camion-recolector-de-basura-r050-e/>

GOVERNANCE & LAW. Objetivos de Desarrollo sostenible; Available. [citado el 10 de octubre de 2016] Disponible en: <http://proyectocarbono.org/objetivos-de-desarrollo-sostenible>

LÓPEZ CUALLA Ricardo Alfredo; Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados; 2da. Edición; Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería; Colombia, 2003.

METCALF & EDDY; Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización; Volumen 1; McGraw-Hill.

MÉTODOS NATURALES Guía para la selección de tecnologías de depuración de aguas residuales

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL
Resultados Inventario sanitario rural; 1ra Edición, Viceministerio de Agua y Saneamiento; Bogotá, Colombia, 2006 pp. 16-20

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.
Resultados Inventario sanitario rural; 1ra Edición; Viceministerio de Agua y Saneamiento; Bogotá, Colombia, 2006 pp. 5-16

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000; 1ra Edición; Dirección de agua potable y saneamiento básico; Bogotá, Colombia, 2000 pp. 49

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000; 1ra Edición; Título F;, Dirección de agua potable y saneamiento básico; Bogotá, Colombia.

MINISTERIO DE DESARROLLO; Evaluación socioeconómica de proyectos de acueducto y alcantarillado; 1ra edición; Bogotá, Colombia, 2002, pp. 25.

MUNICIPIO SAN JUAN DEL CESAR;] Plan básico de Ordenamiento territorial Municipio San Juan del Cesar; 1ra Edición; Gabinete Municipal, Concejo Municipal, Consejo Territorial de Planeación; San Juan de Cesar, Colombia, 1998, pp. 53 y 181-182

ONU. objetivo 7: garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Meta 7.C: Reducir a la mitad, para 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento. Available:

<http://www.un.org/es/millenniumgoals/environ.shtml> [citado el 20 de febrero de 2016]

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Progresos en materia de saneamiento y agua: informe de actualización de 2015 y evaluación de los OMD. Available:[en línea] [citado 15 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/jmp-report/es/>

RUIZ José Efraín y GÓMEZ Jeremías; Calidad del agua en Colombia; 1ra Edición; HIMAT; Bogotá, 1998.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. Cartilla de Servicios públicos para entidades territoriales; 1ra Edición;; Bogotá, Colombia, 2012, pp. 49

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales; 1ra edición; México, 2013.

ANEXOS

Anexo A. Formato de encuesta realizada a la población de Los Pondores

PLANTEAMIENTO DE PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO, EN EL CORREGIMIENTO LOS PONDORES, SAN JUAN DEL CESAR, GUAJIRA.					
Encuesta de Percepción Social					
Inspección en las Viviendas					
1. Información General					
Nombre:		Sexo:	F:		M:
Edad:		sector:			
2. Información General de la Familia					
2.1 Número de habitantes vivienda:		2.2 Número de personas > 65 años:			
2.3 Número de niños < 5 años:		2.4 Número de mujeres:		2.5 Número de hombres:	
2.6 Actividad económica			2.7 ¿Cuenta con estos servicios?		
Agricultor			Energía		
Ganadero			Gas		
Comerciante			Televisión		
Jornalero			Internet		
Empleado					
Desempleado					
Otro. ¿Cuál?		Pensionado			
3. Características de la vivienda					
3.1 Número de habitantes:					
3.2 Material de construcción de vivienda:			3.3 Material del piso		
Mampostería confinada			Baldosa		
Tapia pisada			Mortero		
Concreto reforzado			Suelo		
Otro. ¿Cuál?			Otro. ¿Cuál?		
3.4 Tipo de cubierta de la casa			3.5 Material de la cubierta		
Plana			Teja eternit		
A varias aguas			Teja de cerámica		
A una agua			Teja de zinc		
Otro. ¿Cuál?			Hoja de palma		
3.6 ¿La casa cuenta con solar o patio? ¿Cuánta área?m2				Otro. ¿Cuál?	
4. Información sobre acueducto					

4.1 Fuente de abastecimiento de agua:						
Conexión a acueducto						
Pozo construido en casa						
Trae el agua desde otra fuente, ¿Distancia?						
Pila pública comunitaria						
Otro. ¿Cuál?						
4.2 Percepción de la calidad del agua						
4.2.1 ¿En cuanto al sabor, ha notado alguno en específico?	Bueno		Regular		Malo	
¿Por qué?	A veces llega con sedimentos					
4.2.2 ¿En cuanto al olor, ha notado alguno en específico?	Olor			Inoloro		
¿Cuándo?						
4.2.3 ¿En cuanto al color, ha notado alguno en específico?	Turbio			Claro		
¿Siempre?	A veces					
4.2.4 Tratamiento del agua en la vivienda:			4.3 Continuidad del servicio de agua en la semana:			
Cloración		Diario				
Hervirla		Algunos días, ¿Cuántos?				
Filtrado		Otra. ¿Cuál?				
Otra. ¿Cuál?						
4.4 Continuidad del servicio de agua en el día			4.5 ¿Existe algún tipo de medición del agua consumida? ¿Cuál? ¿Cuánto?			
Todo el día						
¿Algunas horas? ¿Cuántas?		4.6 ¿Existe algún cobro por el agua consumida? ¿Cómo es?				
Otra. ¿Cuál?						
4.7 ¿Cómo es la presión del agua que llega a la casa?:			4.8 Sistema de almacenamiento de agua			
Alta		Tanque elevado		1		
Media		Tanque Subterráneo		1		
Baja		Pila				
¿Siempre llega igual?		Otro. ¿Cuál?				
¿Cuándo cambia?		¿En invierno es igual?				
4.9 ¿El sistema de almacenamiento está sellado?			si			
4.10 Califique el servicio de agua y por qué:			Regular		Malo	
4.11 ¿Qué cree que se podría mejorar en el suministro de agua?			Si, mejorar la calidad, la presión y la continuidad			
4.12 ¿Estaría dispuesto a pagar por el servicio si lo mejoraran?						
5. Información Sobre Saneamiento						
5.1 ¿Las aguas producidas por la cocina y los baños van al mismo destino de las excretas humanas?						

5.2 Estructura de destino de las aguas grises y/o negras:		5.3 Estructura de destino de excretas humanas:				
Alcantarillado		Alcantarillado				
Pozo de Absorción		Pozo de Absorción				
Tanque Séptico		Tanque Séptico				
Letrina		Letrina				
A cielo abierto		A cielo abierto				
Otro, cual?		Otro, cual?				
5.4 ¿Qué mantenimiento le hace a estos sistemas?		5.5 ¿Ha percibido malos olores o desbordamiento de estos sistemas?				
Ninguno		Sí			No	
		Malos olores y se han rebotado algunos pozos de inspección				
5.6 Califique el servicio de alcantarillado y por qué:		Bueno		Regular		Malo
5.7 ¿Qué le podrían mejorar al servicio de alcantarillado?		5.8 ¿Estaría dispuesto a pagar por el servicio si lo mejoraran?				
cambiar la tubería y construir la laguna de oxidación		Sí			No	
		5.9 ¿Tienen servicio de aseo?				
		Sí			No	
5.10 ¿Cada cuánto pasa?		-	5.11 ¿Paga por el servicio?			
5.12 ¿Todos los residuos se los lleva el aseo? Y si no ¿Qué hace con ellos?:		Quema	Hueco	Cielo Abierto	Recicla	Otro, cuál?
5.13 ¿Procesa algún tipo de residuo para reutilizarlo, cuál?		Sí	No			
		Orgánico	Papel		Plástico	
5.14 Si no tienen servicio de aseo cómo procesalos residuos generados en la vivienda:		Quema	Hueco	Cielo Abierto	Recicla	Otro, cuál?
5.15 ¿Procesa algún tipo de residuo para reutilizarlo, cuál?		Sí	No			
		Orgánico	Papel		Plástico	
6. Información sobre higiene						
6.1 ¿Tiene problemas con alguna plaga?		6.2 ¿Acostumbra a lavarse las manos?				
Mosquitos		Sí			No	
Moscas		6.3 ¿Cada cuanto acostumbra a lavarse las manos?				
Ratones		Sí			No	
Otro, cuál?		Cada 15 minutos				
6.4 ¿Acostumbra a lavarse las manos antes de comer?			6.5 ¿Se lava las manos con jabón?			
Sí		No		Sí	No	
6.6 ¿Tiene animales en la casa? ¿Cuántos?		6.7 ¿Qué hace con los desechos de los animales?				
perro		Se quedan en el patio				
Gato						
Otro, cuál?						

Anexo B. Formatos de visita de inspección para abastecimiento de agua y saneamiento básico

FORMATO PARA EL RECORRIDO DEL ACUEDUCTO DE LA LOCALIDAD

Fecha _____ Diligenciado
por _____

Localidad: Los Pondores _____ Municipio: San Juan Del César, La Guajira

1. IDENTIFICACIÓN

- Tipo de comunidad: Concentrada Semi-dispersa Dispersa
- Ubicación de la localidad: Río Llanura
Serranía o piedemonte
- Topografía de la localidad: Plana Pendiente Montañosa
Ondulada
- Nivel freático (estimado): Alto Medio Profundo
Profundidad _____
- Tipo de suelo: Arenoso Franco Arcilloso
- Riesgo de inundación: Sí No ¿Dónde?

2. ZONA DE CAPTACIÓN DE AGUA

Extracción de Agua

Fuente Superficial Pozo Profundo Otra/Cuál?: _____

Cobertura: _____%

Bocatoma(Fondo, lateral, otra) Bomba

Otra/Cuál?: _____

Componentes del sistema de Acueducto

Componente	Existe		Funciona			Problemas	Materiales	Diámetros	Cantidad	Cobertura
	SÍ	NO	SÍ	NO	AÑO					
Bocatoma/Bomba										
Desarenador										
PTAP										
Aducción										
Conducción										
Red de Distribución										
Tanque Almacenamiento										
Sistema Bombeo										
Micromedición										

OBSERVACIONES: _____

Existe tratamiento: Sí **VAYA AL ÍTEM 3**

NO

Caudal estimado de las Diseño _____

¿Existe información de caracterización de calidad de agua captada? Sí

No

FECHA	CAUDAL	TEMPERATURA	pH	DBO	DQO	SST	COLIFORMES

3. TRATAMIENTO DE AGUAS CAPTADAS

	Sistema de tratamiento 1 _____	Sistema de tratamiento 2 _____
Localización		
Componentes y Descripción		
Funcionamiento	SÍ <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	SÍ <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Cobertura		
Estado	Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/>
Nombre Planta		
Caudal en la Planta		

¿Existe información de caracterización de agua captada antes y después del tratamiento? Sí No

Sistema	FECHA	CAUDAL	TEMPERATURA	pH	DBO	DQO	SS	COLIFORMES

OBSERVACIONES: _____

4. TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Altura de tanque de almacenamiento, hasta Parte más baja:

Altura del Rebose: _____

Material Tanque Almacenamiento: PVC Concreto Metal
Otro/Cuál: _____

Capacidad Tanque Almacenamiento: _____

Estado Tanque: Buen estado Deteriorado Mal Estado

Distancia a la zona de distribución: Menor a 500m Mayor a 500 m

¿Cuánto? _____

5. CONDUCCIÓN

¿Cuenta con Diseño Técnico preliminar? Sí No

Diámetros utilizados: _____

Material Tuberías de conducción: PVC Concreto Metal

Otro/Cuál: _____

Accesorios:

Válvulas: Sí No ¿Cuáles?: _____

6. RED DE DISTRIBUCIÓN

¿Cuenta con Diseño Técnico preliminar? Sí No

¿Las presiones son óptimas? Sí No Si la Rta es No,

¿Por qué?: _____

Red Principal

Diámetros utilizados: _____

Material Tuberías de conducción: PVC Concreto Metal

Otro/Cuál: _____

Redes Domiciliarias

Diámetros utilizados: _____

Material Tuberías de conducción: PVC Concreto Metal

Otro/Cuál: _____

FORMATO PARA EL RECORRIDO SANITARIO DE LA LOCALIDAD

Fecha _____ Diligenciado
por _____

Localidad: Los Pondores _____ Municipio: San Juan Del César, La Guajira

1. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES – ALCANTARILLADOS

Sistemas de Alcantarillado

Sanitario Combinado Cobertura: _____ %
Simplificado Sin arrastre de sólidos Cobertura: _____ %
Otro Cuál _____ Cobertura: _____ %

Componentes del sistema de alcantarillado con mayor cobertura

Componente	Existe		Funciona			Problemas	Materiales	Diámetros	Cantidad
	SÍ	NO	SÍ	NO	AÑO				
Caja domiciliar									
Colectores									
Cámara inspección									
Sumideros									
Estructura de separación									
Estación de bombeo									
Emisor final									
Estructura descarga									

TP : Taponamiento, RT: Rotura, RB: Rebose, OL: Olores

OBSERVACIONES: _____

Existe tratamiento: SÍ **VAYA AL ÍTEM 3**
 NO

Caudal estimado de las descargas _____

Sitio de vertimiento: Río Quebrada Lago Mar
 Suelo

Nombre del cuerpo receptor o sitio de vertimiento: _____

Impacto producido por la descarga, por observación

Alto

Moderado

Bajo

Uso del cuerpo receptor o sitio de vertimiento luego de la descarga:

¿Existe información de caracterización de aguas residuales vertidas? Sí

No

FECH A	CAUDA L	TEMPERATUR A	p H	DB O	DQ O	SS T	COLIFORME S

VAYA AL ÍTEM 4.

3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

	Sistema de tratamiento 1	Sistema de tratamiento 2
Localización	_____	_____
Componentes		
Funcionamiento	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Cobertura		
Estado	Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/>
Número de emisores finales		
Diámetro de los emisores finales		
Caudal estimado de la descarga		
Cuerpo / sitio de vertimiento		
Impacto producido por la descarga	Alto <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>	Alto <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>
Uso del cuerpo / sitio de vertimiento		

¿Existe información de caracterización de aguas residuales antes y después del tratamiento? Sí No

Sistema	FECHA	CAUDAL	TEMPERATURA	pH	DBO	DQO	SS	COLIFORMES

OBSERVACIONES: _____

4. MANEJO INDIVIDUAL DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES

Solución en excretas	Cobertura	# de viviendas	Estado
Campo abierto			
Letrina seca simple con hoyo inodoro o taza descargando a fuente hídrica			
Taza sanitaria con pozo de absorción o TS			
Inodoro con pozo de absorción o TS			
Otro			

Solución en aguas grises	Cobertura	# de viviendas	Estado
Alcantarillado			
Pozo de absorción o TS			
Canales Abiertos			
Suelo			
Río o quebrada			
Otro			

Problemas ocasionados por las soluciones individuales: _____

5. DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS

Sistema de drenaje	Cobertura	Estado
Alcantarillado		
Escurrimiento superficial		
Canales Abiertos		
Otro		

Problemas ocasionados por las aguas lluvias:

6. MANEJO COLECTIVO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Existe manejo colectivo: Sí Cobertura _____% No VAYA AL ÍTEM 7

Tipo de recolección: _____

Existe separación de residuos sólidos en la fuente: Sí No

Existe aprovechamiento de residuos sólidos: Compostaje Reciclaje

Otro _____

Disposición final de residuos sólidos:

Relleno sanitario Enterramiento Incineración

Botadero abierto Quebrada o río Otro

Cuál? _____

Se observan residuos sólidos en la localidad (vías, parques, lotes baldíos)

Sí No

Problemas ocasionados por este manejo de residuos sólidos: _____

7. MANEJO INDIVIDUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Cobertura: _____%

Existe separación de residuos sólidos en la fuente: Sí No

Existe aprovechamiento de residuos sólidos: Compostaje Reciclaje

Otro _____

Disposición final de residuos sólidos:

Enterramiento Incineración Botadero abierto

Quebrada o río

Otro Cuál _____

Se observan residuos sólidos en las viviendas (vías, parques, lotes baldíos)

Sí No

Problemas ocasionados por este manejo de residuos sólidos: _____
