	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	Dependencia	Aprobado		Pag.
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(1)

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	EDUARDO JOSE CAICEDO PINEDA		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	RAY CARLOS RAMIREZ RINCON		
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CORREGIMIENTO DE LA PEDREGOSA MUNICIPIO LA ESPERANZA NORTE DE SANTANDER		
<b>RESUMEN</b>			
(70 palabras aproximadamente)			
<p>LAS EMPRESA PRESTADORA DE LOS SERVICIOS PUBLICOS DEBEN GARANTIZAR LA PRESTACION DE LOS MISMO, DE ACUERDO A LOS CRITERIOS DE CONTINUIDAD, CALIDAD, CANTIDAD Y COBERTURA; ES POR ESTO QUE ESTE TRABAJO TUVO COMO FINALIDAD RECOPIRAR TODA LA INFORMACION EXISTENTE SOBRE EL AREA DE ESTUDIO Y DETERMINAR CADA UNO DE LOS INDICES DE RIESGO QUE PUEDAN TRAER CONSIGO UN PELIGRO PARA LA SALUD DE CADA PERSONA QUE HAGA USO DEL SERVICIO.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 66	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 41	CD-ROM: 1

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA DEL CORREGIMIENTO DE LA PEDREGOSA MUNICIPIO LA ESPERANZA  
NORTE DE SANTANDER.

Autor

EDUARDO JOSE CAICEDO PINEDA

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de ingeniero ambiental

Director

Ing. Ray Carlos Ramírez Rincón

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
INGENIERIA AMBIENTAL

## Tabla de Contenido

1.	Titulo dado al Trabajo de Pasantía .....	1
1.1.	Descripción Breve de la Empresa .....	1
1.1.1.	Misión. ....	2
1.1.2.	Visión. ....	2
1.1.3.	Objetivos de la empresa. ....	2
1.1.4.	Descripción de la estructura organizacional. ....	3
1.1.5.	Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado. ....	4
1.2.	Diagnóstico Inicial de la Dependencia Asignada. ....	4
1.2.1.	Planteamiento del problema. ....	7
1.3.	Objetivos de la Pasantía .....	9
1.3.1.	Objetivo general. ....	9
1.3.2.	Objetivos específicos .....	9
1.4.	Descripción de las Actividades Desarrolladas .....	10
<b>2.</b>	<b>Enfoques Referenciales .....</b>	<b>11</b>
2.1.	Enfoque Conceptual .....	11
2.1.1.	Agua cruda. ....	11
2.1.2.	Agua potable o agua para consumo humano. ....	11
2.1.3.	Buenas prácticas sanitarias. ....	11
2.1.4.	Calidad del agua. ....	11
2.1.5.	Análisis microbiológico del agua. ....	11
2.1.6.	Análisis básicos. ....	11
2.1.7.	Análisis complementarios. ....	11
2.1.8.	Análisis físico y químico del agua. ....	12
2.1.9.	Característica. ....	12
2.1.10.	Cloro residual libre. ....	12
2.1.11.	Coliformes. ....	12
2.1.12.	Tratamiento o potabilización .....	12
2.1.13.	Valor aceptable. ....	12
2.1.14.	Concepto sanitario .....	13
2.1.15.	Inspección sanitaria. ....	13

2.1.16.	Monitoreo.....	13
2.1.17.	Muestra. ....	13
2.2.	Enfoque Legal .....	14
2.2.1.	Ley Número 373 del 6 de junio de 1997.....	14
2.2.2.	Decreto Número 1575 del 09 de mayo de 2007. ....	14
2.2.3.	Decreto Número 2857 del 13 de octubre de 1981. ....	14
2.2.4.	Decreto Número 475 del 10 de marzo de 1998. ....	14
2.2.5.	Decreto Número 1700 del 31 de Julio de 1989.....	15
2.2.6.	Resolución Número 2115 del 22 de junio de 2007.....	15
2.2.7.	Resolución Número 0082 del 16 de enero de 2009.....	15
3.	Informe de Cumplimiento del Trabajo .....	16
3.1.	Presentación de Resultados .....	16
3.1.1.	Localización y límites del municipio la esperanza. ....	16
3.1.2.	Descripción de la situación ambiental del municipio. ....	17
3.1.2.1.	Clima. ....	18
3.1.3.	Localización y límites del corregimiento de la pedregosa.....	19
3.1.3.1.	<i>Veredas del corregimiento</i> .....	20
3.1.3.2	<i>Características de los suelos</i> . ....	20
3.1.3.3.	<i>Uso del suelo</i> . ....	20
3.1.3.4.	<i>Uso recomendado</i> . ....	20
3.1.4.	Delimitación de la cuenca hidrográfica. ....	21
3.1.4.1.	<i>Contexto de la cuenca</i> .....	21
3.1.5.	Identificación de la fuente de aguas superficiales del corregimiento de la Pedregosa 23	
3.1.5.1.	<i>Quebrada la raya</i> .....	23
3.1.5.2.	<i>Descripción de la situación ambiental de la zona</i> . ....	24
3.1.6.	Cálculo del aforo quebrada la “RAYA”. ....	25
3.1.6.1.	<i>Método utilizado</i> . ....	25
3.1.6.2.	<i>Materiales utilizados</i> . ....	25
3.1.6.4.	Datos en campo. ....	26
3.1.6.5.	Cálculos. ....	27
3.1.7.	Obras existentes. ....	29
3.1.7.1.	<i>Captación</i> .....	29

3.1.7.2.	<i>Desarenador.</i>	29
3.1.7.3.	<i>Aducción.</i>	30
3.1.7.4.	<i>Planta de tratamiento de agua potable (PTAP).</i>	30
3.1.7.5.	<i>Floculadores.</i>	31
3.1.7.6.	<i>Sedimentadores.</i>	31
3.1.7.7.	<i>Filtración.</i>	32
3.1.7.8.	<i>Cloración.</i>	32
3.1.7.9.	<i>Tanques de almacenamiento.</i>	33
3.1.7.10.	<i>Red de distribución.</i>	33
3.1.8.	Análisis físico-químico y microbiológico del agua cruda quebrada la “RAYA”	34
3.1.8.1.	<i>Punto de muestreo.</i>	34
3.1.8.2.	Toma de muestras.	34
3.1.8.3.	Transporte y Entrega de la Muestra al Laboratorio.	35
3.1.8.4.	Tipo de recipiente para la toma de las muestras.	35
3.1.8.5.	Resultados.	35
3.1.9.	Análisis del estado actual de la fuente hídrica.	37
3.1.9.1.	Calidad biológica.	37
3.1.9.2.	Zoología del agua.	37
3.1.9.3.	Calidad ecológica	37
3.1.10.	Análisis físico-químico y microbiológico del agua potable	38
3.1.11.	Características físicas y químicas del agua para consumo humano.	41
3.1.11.1.	Análisis de resultados.	42
3.1.12.	Cálculo del IRCA.	43
3.1.12.1.	Cálculo IRCA por muestra.	44
3.1.12.2.	Calculo IRCA mensual.	44
3.1.12.3.	Análisis de resultado.	44
3.1.13.	Cálculo del índice de riesgo por abastecimiento de agua por parte de la persona prestadora (IRABApp)	45
3.1.13.1.	Observaciones.	47
3.1.14.	Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano (buenas prácticas sanitarias)	48
3.1.15.	Evaluación de buenas prácticas sanitarias de la empresa prestadora (ASUAPED)	49
3.1.16.	Resultado de los índices que evalúan la calidad del agua para consumo humano.	55

3.1.16.1. <i>Concepto sanitario por persona prestadora</i> .....	55
4. Diagnostico Final.....	56
5. Conclusión.....	58
6. Recomendaciones .....	60

## Lista de Figuras

<b>Figura N° 1.</b> Organigrama de la empresa de servicios públicos ASUAPED.....	5
<b>Figura N° 2.</b> Estrategias FO-DO-FA-DA.....	7
<b>Figura N° 3.</b> Localización geográfica.....	18
<b>Figura N° 4.</b> Perímetro urbano corregimiento de la pedregosa.....	21
<b>Figura N° 5.</b> Ganadería extensiva.....	22
<b>Figura N° 6.</b> Zona hidrográfica municipio la esperanza.....	23
<b>Figura N° 7.</b> Delimitación microcuenca quebrada la RAYA.....	24
<b>Figura N° 8.</b> Quebrada la RAYA.....	25
<b>Figura N° 9.</b> Tramo de estudio.....	27
<b>Figura N° 10.</b> Medición de sección transversal.....	27
<b>Figura N° 11:</b> división de la sección transversal del cauce y lanzamiento en cada punto del objeto flotador.....	28
<b>Figura N° 12.</b> Sección transversal. Dibujo mano alzada.....	29
<b>Figura N° 13.</b> Captación de fondo de agua superficial.....	31
<b>Figura N° 14.</b> Desarenador acueducto la pedregosa.....	31
<b>Figura N° 15.</b> Tubería PVC. Aducción desarenador-PTAP.....	32
<b>Figura N° 16.</b> PTAP corregimiento la pedregosa.....	32
<b>Figura N° 17.</b> Tanques floculadores.....	33
<b>Figura N° 18.</b> Tanques sedimentadores.....	33
<b>Figura N° 19.</b> Estructura de filtrado.....	34
<b>Figura N° 20.</b> Caseta de cloración.....	34
<b>Figura N° 21.</b> tanque de almacenamiento 2.....	35
<b>Figura N° 22.</b> Salida a la red de distribución.....	35
<b>Figura N° 23.</b> Informe de resultado de laboratorio.....	37
<b>Figura N° 24.</b> Georreferenciación puntos de muestreo.....	40
<b>Figura N° 25.</b> Muestra 1 red de distribución barrio San Antonio.....	41
<b>Figura N° 26.</b> Muestra 2 Red de distribución barrio sagrado Corazón.....	42

## Lista de Tablas

<b>Tabla N°1.</b> cuadro matriz FO-DO-FA-DA.....	8
<b>Tabla N°2.</b> Descripción actividades a desarrollar.....	12
<b>Tabla N° 3.</b> Límites del municipio de la esperanza.....	19
<b>Tabla N° 4.</b> Hidrología corregimiento de la pedregosa.....	25
<b>Tabla N° 5.</b> Datos tomados en campo.....	28
<b>Tabla N° 6.</b> Cuadro comparativo parámetros analizados.....	43
<b>Tabla N° 7.</b> Puntajes de riesgo asignados.....	45
<b>Tabla N° 8.</b> Clasificación IRCA.....	46
<b>Tabla N° 9</b> Puntaje para el índice de continuidad de la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano.....	48
<b>Tabla N° 10.</b> Descripción del tratamiento.....	48
<b>Tabla N° 11.</b> Interpretación.....	49
<b>Tabla N° 12.</b> Aspectos generales.....	50
<b>Tabla N° 13.</b> Buenas prácticas sanitarias.....	51
<b>Tabla N° 14.</b> Clasificación del riego para cada índice.....	56



## Lista de Apéndices

<b>Apéndice 1.</b> Evidencias fotográficas.....	62
---	----

## Resumen

La Asociación de Usuarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del corregimiento de la pedregosa como empresa prestadora de los servicios públicos, debe garantizar la prestación de los mismo, de acuerdo a los criterios de continuidad, calidad, cantidad y cobertura; es por esto que este trabajo tuvo como finalidad recopilar toda la información existente sobre el área de estudio y determinar cada uno de los índices de riesgo que puedan traer consigo un peligro para la salud de cada persona que haga uso del servicio. La base fundamental de esta investigación fueron las visitas realizadas a campo y en búsqueda de información, los aportes de cada uno de los miembros de la organización. Para el cálculo de cada uno de los índices IRCA, IRABApp BPS, se realizaron análisis de laboratorio tanto de la fuente que abastece la PTAP, como en la red de distribución. Para las buenas prácticas sanitarias se realizó una visita ocular a la planta en compañía de la persona encargada y actuando como auditor, se estableció el formulario de evaluación de BPS y teniendo en cuenta los resultados de cada índice se determinó dar viabilidad técnica con requerimientos a cada uno de los procesos e infraestructura que conforman el sistema de potabilización del agua teniendo en cuenta según lo establecido en la resolución 2115 del 2007 y la resolución 0082 del 2009.

## Introducción

El agua es un elemento de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible.

El presente trabajo tiene como finalidad recopilar la información existente sobre la situación actual de la fuente hídrica que abastece a la comunidad de la pedregosa, realizando como primer punto su plena identificación y localización, un diagnóstico de cómo se encuentra su situación ambiental y en que condiciones se encuentra la calidad del recurso hídrico que abastece al corregimiento.

En la identificación y diagnóstico, se realizó teniendo en cuenta la información de la literatura contenida en el EOT del municipio, así como el plan municipal para la gestión del riesgo y la indagación realizada al fontanero de gran trayectoria en la empresa.

Para la evaluación del riesgo en los procesos que hasta la actualidad se vienen implementando en el acueducto de ASUAPED; se realizó el cálculo de los índices de riesgo para la calidad del agua potable (IRCA), así mismo para el índice de riesgo por abastecimiento de agua por parte de la persona prestadora (IRABApp) y buenas prácticas sanitarias (BPS), según lo establecido en la resolución 2115 del 2007 y la resolución 0082 del 2009.

La problemática general que se presenta con las cuencas hidrográficas, particularmente en sus zonas altas, pueden atribuirse, por una parte, a sus características físico-naturales y en gran medida a su ocupación en forma anárquica, sin atender directrices de planificación para la

ocupación ordenada del espacio y para el aprovechamiento racional de los recursos naturales  
(PROBLEMÁTICA DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS - cuencas hidrográficas, s.f.)

El agua es el fundamento de la vida: un recurso crucial para la humanidad y para el resto de los seres vivos. Todos la necesitamos, y no solo para beber. Nuestros ríos y lagos, nuestras aguas costeras, marítimas y subterráneas, constituyen recursos valiosos que es preciso proteger.

Asimismo, el agua contribuye a la estabilidad del funcionamiento del entorno y de los seres y organismos que en él habitan es, por tanto, un elemento indispensable para la subsistencia de la vida animal y vegetal del planeta. Es decir, que "el agua es un bien de primera necesidad para los seres vivos y un elemento natural imprescindible en la configuración de los sistemas medioambientales". En este aspecto, este líquido vital constituye más del 80% del cuerpo de la mayoría de los organismos e interviene en la mayor parte de los procesos metabólicos que se realizan en los seres vivos; además interviene de manera fundamental en el proceso de fotosíntesis de las plantas y es el hábitat de una gran variedad de seres vivos (Díaz, s.f.).

Es por esto que toda la información documentada en el presente trabajo, aportará de manera proactiva a mejorar las necesidades descritas en la organización, estableciendo recomendaciones de acuerdo a los estudios técnicos realizados para la evaluación de las buenas prácticas sanitarias, los riesgos asociados al agua y el cuidado, preservación de los ecosistemas que garantizan la recarga hídrica en las cuencas hidrográficas.

## **1. Título dado al Trabajo de Pasantía**

Evaluar el nivel de riesgo del sistema de abastecimiento de agua del corregimiento de la Pedregosa municipio la esperanza norte de Santander.

### **1.1. Descripción Breve de la Empresa**

La ASOCIACION DE USUARIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE LA PEDREGOSA, está ubicada en el departamento del Norte de Santander, municipio la esperanza y corregimiento de la pedregosa.

Es una empresa privada sin ánimo de lucro cuya finalidad es atender las necesidades de los servicios públicos domiciliarios (Acueducto, Alcantarillado y Aseo) a los usuarios a la cual presta su servicio; dirigida por una junta administrativa elegida por los asociados de la misma.

Esta empresa es regida por la super intendencia de servicios públicos, la cual se encarga de llevar la supervisión y auditoria, cuenta con una planta de tratamiento de agua potable con una capacidad de suministro de agua para alrededor de unos 3500 habitantes (715 viviendas), bodegas y oficinas donde se brinda todo lo relacionado con la atención al cliente.

Su nómina está conformada por personal propio del municipio donde se manejan contratos a término fijo, por prestación de servicios y profesionales encargados de la parte jurídica, legal y contable.

### **1.1.1. Misión.**

Prestar servicio de acueducto, alcantarillado y aseo con responsabilidad, compromiso, transparencia y efectividad, satisfaciendo las necesidades de nuestros asociados y usuarios, protegiendo el medio ambiente, mejorando la cobertura para contribuir en el desarrollo de la comunidad, manteniendo la ética, reflejada en un sistema tarifario justo y sostenible.

### **1.1.2. Visión.**

ASUAPED, se proyecta para el 2025, como uno de los mejores acueductos de Norte de Santander con el fin de brindarle a la comunidad eficacia, eficiencia, calidad, continuidad, permanencia y rentabilidad en los servicios prestados, creando sentido de pertenencia a nivel interno como externo, contribuyendo cada vez más con el medio ambiente.

### **1.1.3. Objetivos de la empresa.**

- Prestar de manera efectiva los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo teniendo en cuenta los criterios de continuidad, cobertura y calidad.
- Garantizar la prestación de los servicios públicos domiciliarios con estrategias que busquen mitigar los impactos negativos al ambiente.
- Incrementar el nivel de satisfacción de nuestros usuarios.
- Dirigir eficientemente los recursos garantizando la disponibilidad de los mismos y su correcta ejecución.

#### 1.1.4. Descripción de la estructura organizacional.

La estructura organizacional actualmente está constituida por áreas como son: el área técnico operativa donde se realizan trabajos de control y vigilancia para cada uno de los procesos de la planta, el área administrativa y financiera donde se lleva el control de cada uno de los recursos destinados para el óptimo funcionamiento de las dependencias de acueducto y aseo, y el área comercial y tarifaria donde se presta el servicio al cliente y asociados, además trabajos de facturación entre otros. El organigrama de la figura 1 no ha sido actualizado por el momento, por tanto, es el actual con el que cuenta la empresa.

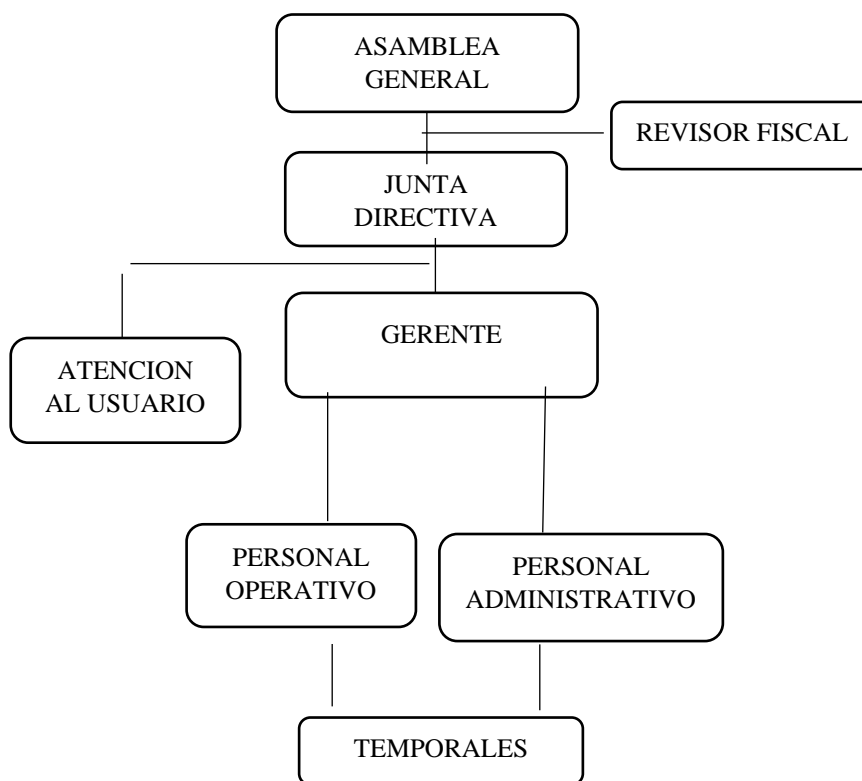


Figura N° 1. Organigrama Asociación de Usuarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. ASUAPED (2020).

### **1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.**

La dependencia asignada corresponde a la parte técnico operativa y ambiental de la empresa, donde se realizan trabajos del control de las características físico-químicas y microbiológicas del agua para consumo humano del corregimiento de la pedregosa, municipio la Esperanza Norte de Santander, se realizan mediciones de los análisis básicos y estos son registrados en las plantillas correspondientes. El trabajo a desarrollar en la parte de la captación corresponde a un análisis que busca determinar las condiciones ambientales y de calidad de la fuente que abastece el acueducto municipal, para que de esta manera se de garantía de los criterios de calidad ofrecido por la empresa a cada uno de sus usuarios.

### **1.2. Diagnóstico Inicial de la Dependencia Asignada**

El diagnóstico de la situación en que se encuentra la dependencia con respecto al tema a desarrollar se realizó teniendo en cuenta las características tanto internas como externas de acuerdo a la matriz DOFA de la siguiente manera:

Fortalezas:

- posicionamiento de la empresa de acuerdo a la percepción por parte de los usuarios.
- Fortalecimiento del sentido de pertenencia y responsabilidad hacia la empresa.
- Convenios estratégicos con universidades para el fortalecimiento de las capacidades organizacionales.

Oportunidades:

- Empresa única que presta el servicio de acueducto, alcantarillado y aseo en el corregimiento.
- Existencia de necesidades técnicas y ambientales para el fortalecimiento de la empresa.



- Poco personal capacitado en el área ambiental y técnico operativo de una planta de tratamiento de agua potable en el pueblo.

#### Debilidades:

- Capacidad financiera que respalde cada una de las actividades propuestas.
- Suficiencia del talento humano que ampare las competencias a desarrollar.
- Motivación para mejorar la capacidad del talento humano.

#### Amenazas:

- Usuarios insatisfechos por la prestación del servicio.
- Cambios en la administración que puede ocasionar inestabilidad en la continuidad de las labores.



Figura N° 2. Estrategia FO-DO-FA-DA. Pasante universitario 2020

Tabla N°1. Cuadro matriz FO-DO-FA-DA

Estrategia FO	Estrategia DO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar la óptima prestación de los servicios como única empresa prestadora del servicio.</li> <li>• Implementar programas y proyectos de conservación ambiental y manejo de los recursos naturales.</li> <li>• Efectuar trabajos por tiempos prolongados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar proyectos de baja inversión con rentabilidad económica con los residuos sólidos.</li> <li>• Búsqueda de capacitaciones en las diferentes instituciones de certificaciones del país para el personal que labore en la empresa.</li> <li>• Ejecutar programas que busquen el apoyo interdisciplinario de la organización.</li> </ul>
Estrategia FA	Estrategia DA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimiento de los lazos entre los usuarios y la empresa.</li> <li>• Documentos que demuestren el desarrollo de las actividades a la población en general.</li> <li>• Aumento en los compromisos ambientales de la organización y los usuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de un programa de sensibilización de pago oportuno y ahorro del agua.</li> <li>• Desarrollar proyectos y programas ambientales.</li> <li>• Documentar cada una de las actividades desarrolladas como medio probatorio.</li> <li>• Compartir y difundir información de enseñanza interdisciplinariamente.</li> </ul>
<p><i>Nota. Recuperado por autoría pasante universitario 2020</i></p>	

El cuadro señala las estrategias que se pueden implementar teniendo en cuenta las fuerzas internas para que de esta manera se puedan superar las debilidades y de la misma manera evitar las amenazas que se pueden llegar a dar durante los procesos.

### **1.2.1. Planteamiento del problema.**

Algo tan cotidiano como abrir un grifo y que salga agua para que podamos beber cuando tenemos sed o queremos lavarnos, es muy complicado para millones de personas que sufren las consecuencias de la escasez de agua en el mundo. La escasez de agua se puede definir como el punto en el que el consumo de los usuarios afecta al suministro o calidad del agua, de forma que la demanda no puede ser completamente satisfecha.

El suministro de agua potable es fundamental para la salud, la industria y la agricultura. Según los datos del World Resources Institute (WRI) más de 1.000 millones de personas viven, en la actualidad, en regiones con escasez de agua y hasta 3.500 millones podrían sufrir escasez de agua en 2025.

Existen diversas causas que producen la escasez de agua en el mundo, entre las que podemos destacar: La contaminación, Nos referimos tanto a la contaminación de aguas dulces como a la contaminación de la tierra o del aire, ya que la contaminación se puede filtrar al agua y también puede afectar al aire. La sequía, Debido al fenómeno del cambio climático se potencia la aparición o desarrollo de las sequías, que suponen que durante un tiempo prolongado no haya lluvia, por lo que causa escasez de agua tanto para el consumo humano como para los cultivos o la industria. Uso descontrolado del agua, Tanto a gran escala, en las fábricas, como a pequeña escala, en nuestras propias casas, en algunas ocasiones malgastamos el agua y no recordamos que es un recurso escaso (ACNUR, 2020).

Las áreas hidrográficas en Colombia se dividen en Amazonas, Caribe, Magdalena-Cauca, Orinoco y Pacífico, siendo la Magdalena-Cauca donde vive la mayoría de la población del país y a su vez la cuenca más susceptible al desabastecimiento de agua. El estudio, a través del índice

de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico, determinó que 32 de los 44 afluentes del país que están en muy alto riesgo en un año seco se encuentran en la cuenca Magdalena-Cauca, es decir, un 73 %.

José Luis Acero, viceministro de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Vivienda, reveló que 350 de los municipios en Colombia (32 %) no tienen acceso a agua potable de calidad, mientras que 450 sufren por la continuidad del líquido en sus casas —reciben el agua durante menos de 20 horas al día— y la brecha entre la cobertura a nivel urbano y rural sigue siendo muy grande (Noticias ambientales, 2019).

El corregimiento de la pedregosa, cuenta con dos zonas de recarga hídrica, la cual la hace una zona con poca probabilidad de desabastecimiento. Pero dicha oferta se está viendo afectada por el uso inadecuado que se le está dando al recurso, la calidad del agua que es captada en la parte alta de la quebrada la raya cuenta con pocos datos históricos de calidad lo que hace incierto conocer si los tratamientos efectuados en la planta de tratamiento de agua potable son los adecuados o no.

### **1.3. Objetivos de la Pasantía**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Evaluar el nivel de riesgo del sistema de abastecimiento de agua del corregimiento de la Pedregosa municipio la esperanza norte de Santander.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico del sistema de potabilización del corregimiento de la pedregosa.
- Caracterizar la fuente de abastecimiento hídrica y el agua suministrada por la planta de tratamiento en el corregimiento de la pedregosa.
- Analizar los índices de riesgo por abastecimiento de agua en el corregimiento de la pedregosa.

#### 1.4. Descripción de las Actividades Desarrolladas

Tabla N°2. Descripción actividades a desarrollar

Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades a desarrollar en la empresa
Evaluar el nivel de riesgo del sistema de abastecimiento de agua del corregimiento de la Pedregosa municipio la esperanza norte de Santander.	Realizar un diagnóstico del sistema de potabilización del corregimiento de la pedregosa.	Localización y límites del municipio y el corregimiento.
		Descripción de la situación ambiental del área de estudio.
		Identificación de las fuentes de aguas superficial.
		Describir los procesos del tratamiento.
		Análisis del estado actual de la fuente hídrica.
	Caracterizar la fuente de abastecimiento hídrica y el agua suministrada por la planta de tratamiento en el corregimiento de la pedregosa.	Delimitación de la microcuenca hidrográfica.
		Realizar visita a campo.
		Realizar aforo a la fuente abastecedora.
		Establecer los puntos de muestreo para la toma de los análisis.
		Toma de muestras y envió a laboratorio.
Analizar los índices de riesgo por abastecimiento de agua en el corregimiento de la pedregosa.	Comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia	
	Cálculo del IRCA	
	Cálculo del IRABApp	
	Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano (buenas prácticas sanitarias)	
		Cálculo de las buenas prácticas sanitaria de la empresa.
<i>Nota. Recuperado por autoría pasante universitario 2020</i>		

## 2. Enfoques Referenciales

### 2.1. Enfoque Conceptual

- 2.1.1. **Agua cruda.** Es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización.
- 2.1.2. **Agua potable o agua para consumo humano.** Es aquella que, por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente decreto y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal.
- 2.1.3. **Buenas prácticas sanitarias.** Son los principios básicos y prácticas operativas generales de higiene para el suministro y distribución del agua para consumo humano, con el objeto de identificar los riesgos que pueda presentar la infraestructura.
- 2.1.4. **Calidad del agua.** Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.
- 2.1.5. **Análisis microbiológico del agua.** Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.
- 2.1.6. **Análisis básicos.** Es el procedimiento que se efectúa para determinar turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o residual de desinfectante usado, coliformes totales y Escherichia Coli.
- 2.1.7. **Análisis complementarios.** Es el procedimiento que se efectúa para las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas no contempladas en el análisis

básico, que se enuncian en la presente Resolución y todas aquellas que se identifiquen en el mapa de riesgo.

- 2.1.8. **Análisis físico y químico del agua.** Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas.
- 2.1.9. **Característica.** Término usado para identificar elementos, compuestos, sustancias y microorganismos presentes en el agua para consumo humano.
- 2.1.10. **Cloro residual libre.** Es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito.
- 2.1.11. **Coliformes.** Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la β galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.
- 2.1.12. **Tratamiento o potabilización.** Es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla apta para el consumo humano.
- 2.1.13. **Valor aceptable.** Es el establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua para consumo humano no representa riesgos conocidos a la salud.



- 2.1.14. **Concepto sanitario.** Es el resultado de evaluar la calidad del agua para consumo humano con base en las visitas de inspección sanitaria y análisis de los criterios y normas de las características del agua.
- 2.1.15. **Inspección sanitaria.** Es el conjunto de acciones que en desarrollo de sus funciones, realizan las autoridades sanitarias y las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano, destinadas a obtener información, conocer, analizar y evaluar los riesgos que presenta la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua, a identificar los posibles factores de riesgo asociado a inadecuadas prácticas operativas y a la determinación de la calidad del agua suministrada, mediante la toma de muestras, solicitud de información y visitas técnicas al sistema de suministro, dejando constancia de ello mediante el levantamiento del acta respectiva.
- 2.1.16. **Monitoreo.** Proceso de muestreo del sistema de suministro de agua para consumo humano, que cubre espacio, tiempo y frecuencia en los puntos concertados según norma.
- 2.1.17. **Muestra.** Toma puntual de agua en los puntos de muestreo concertados, que refleja la composición física, química y microbiológica representativa del momento, para el proceso de vigilancia de la Autoridad Sanitaria.

## **2.2. Enfoque Legal**

**2.2.1. Ley Número 373 del 6 de junio de 1997.** Por el cual se establece el programa para uso y ahorro eficiente del agua, donde se establece que todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

**2.2.2. Decreto Número 1575 del 09 de mayo de 2007.** El presidente de la república de Colombia, en ejercicio de las facultades constitucionales y en especial las conferidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política y en desarrollo de lo previsto en las Leyes 09 de 1979, 142 de 1994 y 715 de 2001, establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, con el propósito de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada.

**2.2.3. Decreto Número 2857 del 13 de octubre de 1981.** Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto- Ley 2811 de 1974 sobre Cuencas Hidrográficas y se dictan otras disposiciones, entre las cuales están, prioridad de la ordenación, formulación y ejecución del plan de ordenación de una cuenca hidrográfica, entre otros.

**2.2.4. Decreto Número 475 del 10 de marzo de 1998.** El presidente de la República de Colombia, en ejercicio de las facultades conferidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política y, en desarrollo de las Leyes 09 de 1979 y 142 de 1994, se expiden las normas técnicas de calidad del agua potable.

**2.2.5. Decreto Número 1700 del 31 de Julio de 1989.** Considerando que el Gobierno Nacional ha formulado el Plan de Ajuste del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (PAD), orientado a elevar la cobertura y calidad de los servicios de acueductos y alcantarillados en el país, y a fortalecer el nuevo marco institucional dispuesto por las normas de descentralización, se crea la Comisión Nacional de Agua Potable y Saneamiento Básico.

**2.2.6. Resolución Número 2115 del 22 de junio de 2007.** Los ministros de la protección social y del medio ambiente, en ejercicio de las facultades legales y en especial las conferidas por los Decretos Ley 205 de 2003 y 216 de 2003, los artículos 3°, 8° parágrafo 1, 9° parágrafo 4 y 14 del Decreto 1575 de 2007, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

**2.2.7. Resolución Número 0082 del 16 de enero de 2009.** El ministerio de protección social en ejercicio de las facultades legales y en especial las conferidas por el Decreto Ley 205 de 2003 y el numeral 4 del artículo 8° del Decreto 1575 de 2007, Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.

### 3. Informe de Cumplimiento del Trabajo

#### 3.1. Presentación de Resultados

##### 3.1.1. Localización y límites del municipio la esperanza.

El municipio la Esperanza, se halla ubicado en la parte occidental del departamento, sobre la cordillera oriental a una altura que oscila entre los 50 m.s.n.m. y los 3000m.s.n.m. con una extensión aproximada de 695.8 kilómetros cuadrados, su temperatura entre 12 ° C y 35° C; su cabecera municipal está localizada a los 7° 38' 00 de latitud norte y 73° 20'00 de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita con el norte con el municipio de Abrego (Norte de Santander) y San Alberto (Cesar); por el sur occidente con los municipios del Playón y Rionegro (Santander del Sur) y por el oriente con en el municipio de Cáchira (Norte de Santander) (PABON, 2020).

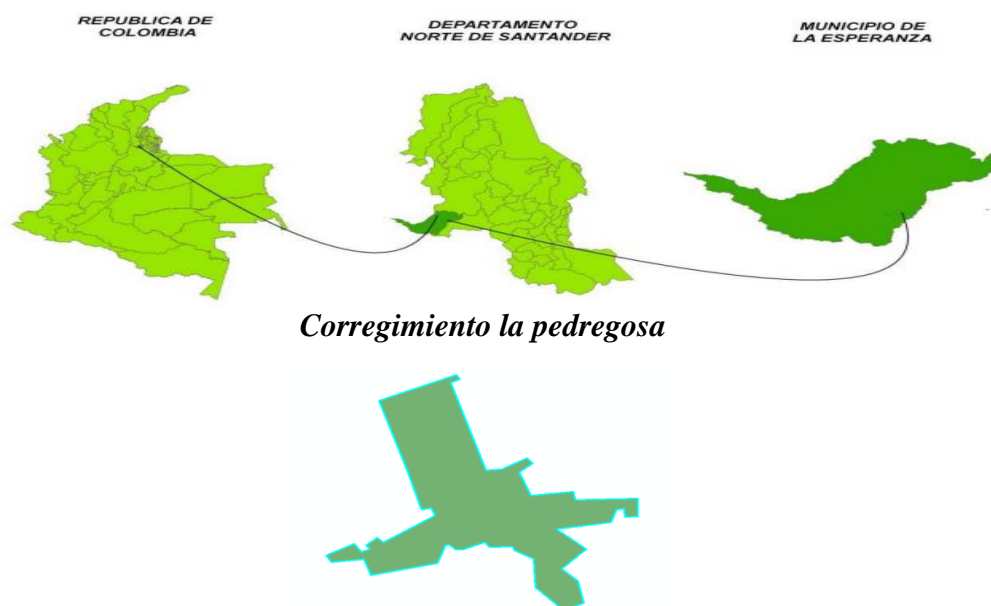


Figura N° 3. Localización geográfica. Plan de desarrollo municipal la esperanza.

Tabla N° 3. Límites del municipio de la esperanza

Dirección cardinal	Municipio	Departamento
Por el Norte	Abrego	Norte de Santander
	San Alberto	Cesar
Por el Occidente	San Alberto	Cesar
	Rio Negro	Santander
	Playón	Santander
Por el Sur	Rio Negro	Santander
	Càchira	Norte de Santander
Por el Oriente	Càchira	Norte de Santander

*Nota: Plan municipal para la gestión del riesgo de desastres*

### 3.1.2. Descripción de la situación ambiental del municipio.

En el municipio la esperanza la temperatura promedio es de 28°C, y la precipitación varía entre 1500 y 3000 mm aproximadamente. La estación más cercana a la cabecera municipal es san pablo y tiene una lluvia de 2538mm. Con los datos obtenidos se puede deducir que la temporada de lluvias se presentan en dos temporadas al año, generando también dos épocas de verano. La situación es algo diferente tres sectores definidos. Para la parte montañosa los meses de invierno son marzo, abril y mayo para el primer periodo con un mes de febrero alto en pluviometría y un segundo periodo en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Para la parte baja los meses más lluviosos son abril y mayo en la primera parte del año y octubre y noviembre para el segundo semestre. En la parte intermedia los meses lluviosos son abril, mayo, octubre y noviembre. Los meses de junio, julio y agosto presentan en la zona un pequeño descenso del volumen pluviométrico, mostrando un veranillo corto y suave, este fenómeno se conoce como veranillo de san juan o de mitad de año. El otro periodo de verano corresponde a los meses de diciembre, enero y febrero.

La zona presenta una topografía con pendientes suaves, los suelos son muy superficiales, limitados por material parental impermeable debido a la alta concentración de materia ferralítica,

de textura en algunos sectores franco arenoso, con buena fertilidad. Predominando vegetación como rastrojos bajos, helechos y especies nativas de guamos, cedro, guayabo arrayan, platanillo, anacuma, guarumo, caucho, aguacate, pate vaca entre otros. En el sitio predomina la agricultura tradicional con cultivos de yuca, guineo y plátano. La temperatura oscila entre los 21 y 23 °C. En general sus zonas poseen buen estado de conservación (DESASTRES, 2012).

### **3.1.2.1. Clima.**

Dentro de lo regional, se localiza a La Esperanza en las estribaciones occidentales del Macizo de Santander, correspondientes a sectores de alta, media y baja pendiente, lo cual lo enfrenta a las corrientes de aire cálido provenientes de la Llanura del Caribe. Se presentan diferentes características climatológicas que se derivan de la gran diferencia de alturas lograda en corto espacio horizontal, con lo que se abarca diversos pisos térmicos identificados en el particular ámbito colombiano, que van desde el cálido hasta el frío casi de páramo, mientras que en la parte de abajo el clima se uniformiza en cuanto a temperatura y pluviosidad (PABON, 2020).

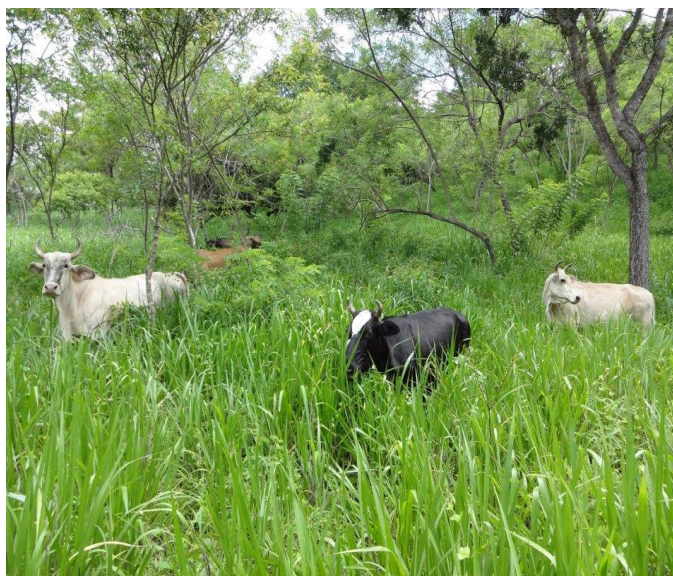
### ***3.1.3. Localización y límites del corregimiento de la pedregosa.***

El corregimiento de la pedregosa se encuentra ubicado hacia el Nor-occidente de la cabecera municipal de la esperanza Norte de Santander, ubicada a 113 m.s.n.m; con coordenadas geográficas 7° 45'07.70" latitud Norte y 73° 23'13,79" longitud Oeste. Con un perímetro urbano de 4.19 km y un área de 28,88 Hectáreas. Presenta un clima cálido húmedo.



*Figura N° 4. Perímetro urbano corregimiento de la pedregosa. Imagen satelital Google earth.*

- 3.1.3.1. **Veredas del corregimiento.** Casa blanca, cole pato, la arenosa la raya, las vegas y palmichal.
- 3.1.3.2 **Características de los suelos.** Presenta suelos Bien drenados, Moderadamente profundos, limitados por arcillas compactas, con presencia de piedras y cantos en el perfil y por sectores sobre la superficie, con concreciones de hierro a lo largo del perfil. Moderadamente evolucionados y reacción ácida.
- 3.1.3.3. **Uso del suelo.** Ganadería extensiva, en pastos mejorados como angleton, puntero y algunos pastos naturales.



*Figura N° 5. Ganadería extensiva. Pasante*

- 3.1.3.4. **Uso recomendado.** Estas áreas deben mantener cobertura vegetal permanente, los sectores de menor pendiente son aptos para ganadería extensiva.



### 3.1.4. Delimitación de la cuenca hidrográfica.

3.1.4.1. *Contexto de la cuenca.* El territorio municipal se encuentra enmarcado hidrográficamente en la cuenca del Río Magdalena, dentro de ella están las cuencas del Río Cáchira y del río San Alberto.

Cada una de las cuencas reseñadas está formada por una gran cantidad de subcuencas y microcuencas, que permiten establecer una relación con el perfil longitudinal de ellas, en razón de estar surcando litologías diferentes, sobre las cuales se han desarrollado tipos de suelos diversos, los que son utilizados con diferentes fines, especialmente el agrícola y ganadero (DESASTRES, 2012).

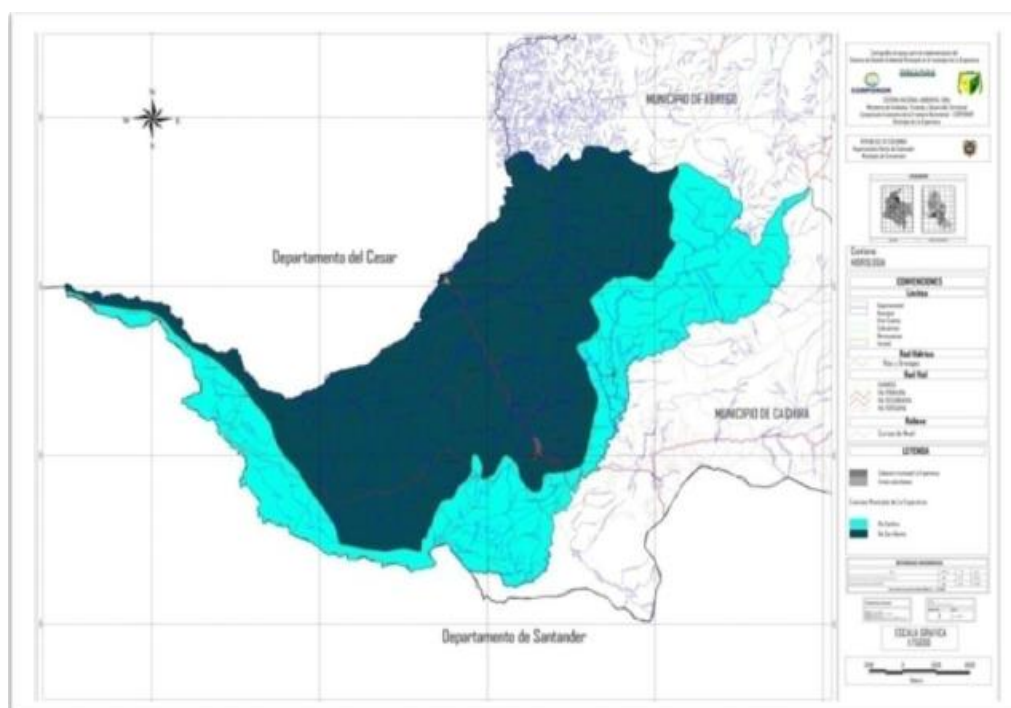
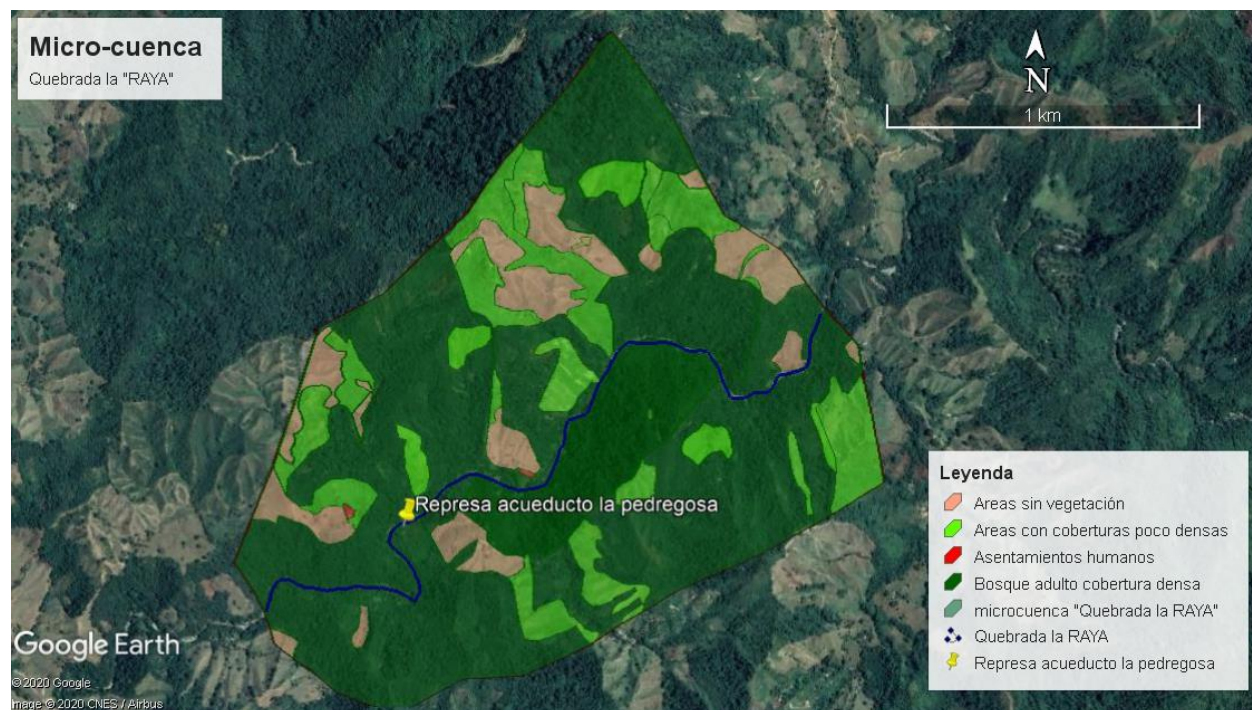


Figura N° 6. Zona hidrográfica municipal la esperanza. Agenda ambiental municipal.



*Figura N° 7. Delimitación microcuenca quebrada la RAYA. Google earth, autoría.*

La divisoria de aguas se trazó de acuerdo a los puntos más altos de la microcuenca que recarga la quebrada la “RAYA”, esta cuenta con amplias zonas de cobertura vegetal de bosques adulto con coberturas densas que contribuyen al buen funcionamiento de los ecosistemas presentes en la zona de estudio, las zonas de cobertura poco densas hace referencia a aquellas que por la intervención antrópica o por condiciones naturales presentan este tipo de paisaje, y las zonas sin vegetación se presentan por las condiciones escarpadas del terreno y por factores naturales dadas en la zona.

### 3.1.5. Identificación de la fuente de aguas superficiales del corregimiento de la Pedregosa

**3.1.5.1. Quebrada la raya.** Esta fuente de abastecimiento superficial de dominio público perteneciente a la subcuenca Rio San Alberto y la cuenca Magdalena, cuya captación se encuentra en las coordenadas X=1082230 Y= 1349665.



Figura N° 8. Quebrada la RAYA. Imagen satelital Google earth pro.

**Tabla N° 4.** Hidrología corregimiento de la pedregosa

Área hidrográfica	Zona hidrográfica	Subzona hidrográfica	Unidad hidrográfica
<b>Magdalena Cauca</b>	Medio Magdalena	Río Lebrija	Quebrada La Raya Q. Cola De Pato

Fuente: Consultoría para la revisión ordinaria del EOT de La Esperanza

### 3.1.5.2. *Descripción de la situación ambiental de la zona.*

En el corregimiento de la pedregosa el promedio general de precipitaciones de las estaciones analizadas está en 2275.19 mm/año para la estación de la Esperanza ubicada en clima cálido (PABON, 2020). En esta zona predominan especies arbóreas como el caracolí, Mónico, cedro, guayabo arrayan, pate vaca, guamo, entre otros. Este corregimiento cuenta con una gran oferta hídrica ya que está rodeado de tres fuentes que son la quebrada la lejía, quebrada la raya y río san Alberto. Las principales actividades productivas en sus zonas veredales son la agricultura de especies como el cacao, plátano, yuca y aguacate; y la ganadería extensiva, estas actividades poco tecnificadas hacen que se talen hectáreas de bosques para la ampliación de dichas áreas.

Las rondas de los ríos en la parte alta de la vereda de cole pato, se encuentra en buen estado de conservación, evidenciándose la poca intervención de los bosques de galería que contribuyen al cuidado de las fuentes hídricas. En la parte alta de la quebrada la raya la situación ambiental también es favorable ya que se respetan los cauces de los ríos y las especies que rodean dicha unidad hidrográfica.



### 3.1.6. Cálculo del aforo quebrada la “RAYA”.

#### 3.1.6.1. *Método utilizado.*

. De acuerdo a las condiciones de la fuente hídrica superficial y los equipos para la medición del caudal se optó realizar el aforo por el método área-velocidad o flotadores.

3.1.6.2. *Materiales utilizados.* Objeto flotante, cronometro, cinta métrica, una regla graduada, una cuerda y estacas.

3.1.6.3. *Como se midió. Paso 1:* se seleccionó un tramo uniforme de la quebrada sin piedras ni troncos de árboles, donde el agua fluía libremente, sin turbulencias y recto.



*Figura N° 9. tramo de estudio. Pasante*

*Paso 2:* se establecieron las distancias de la sección transversal (19,5m) y la distancia de la longitud del cauce (10m) y de esta manera realizar tomar los tiempos



*Figura N° 10. Medición de sección transversal. Pasante.*

*Paso 3:* medición de la velocidad. Se estableció la relación entre la distancia que recorre el agua en un tiempo determinado. Para esto se dividió la sección transversal en 13 partes cada una de 1,5m, donde se procedió al lanzamiento del objeto flotante (bola de pimpón).



Figura N° 11 división de la sección transversal del cauce y lanzamiento del objeto flotador. Pasante

#### 3.1.6.4. Datos en campo.

Tabla N° 5. Datos tomados en campo

Ancho sección transversal	Puntos	Distancia	Profundidades (m)	Tiempo (s)
<b>A-B</b> <b>19,5m</b>	1	1,5	0	0
	2		0,8	23,82
	3	1,5	0,72	25,36
	4		0,76	22,49
	5	1,5	0,75	19,20
	6		0,87	15,21
	7	1,5	0,77	22,99
	8		0,55	26,03
	9	1,5	0,36	31,06
	10		0,19	23,62
	11	1,5	0,24	21,06
	12		0,38	22,03
	13	1,5	0,15	22,05
	14		0	0

Longitud de estudio=10m

*Nota: datos tomados en campo quebrada la RAYA. Pasante*

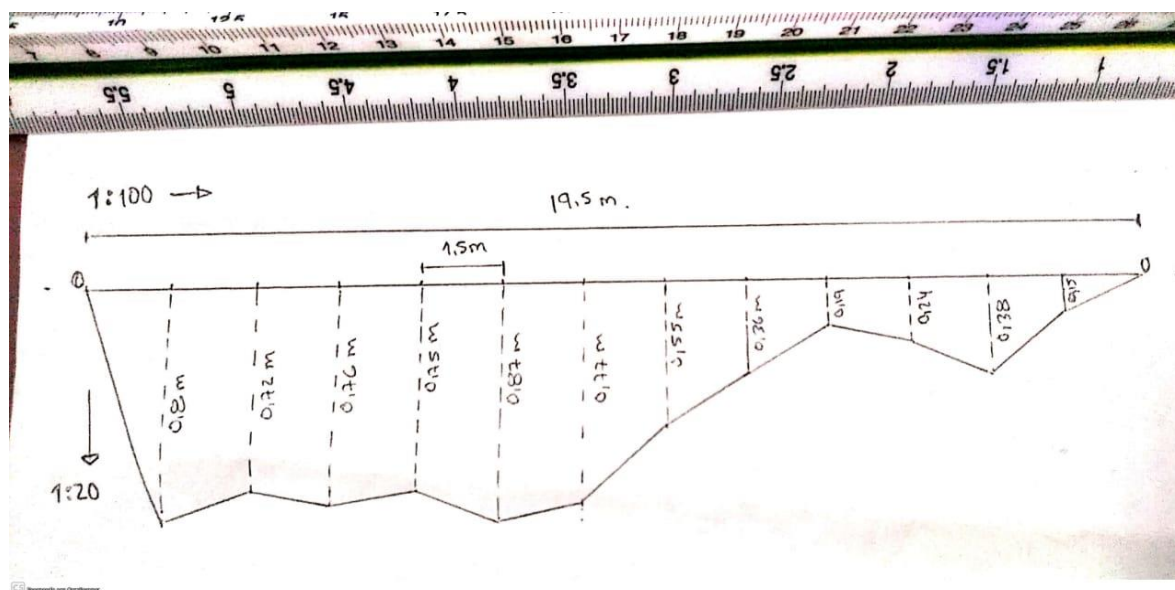


Figura N° 12. sección transversal. Dibujo mano alzada. Pasante

### 3.1.6.5. Cálculos.

- Áreas:

sección transversal= 19,5m

$$A1 = \frac{1,5m \times 0,8m}{2} = 0,6m^2$$

$$A2 = \frac{(0,8m + 0,72m)}{2} \times 1,5 = 1,14m^2$$

$$A3 = \frac{(0,76m + 0,72m)}{2} \times 1,5 = 1,11m^2$$

$$A4 = \frac{(0,76m + 0,75m)}{2} \times 1,5 = 1,1325m^2$$

$$A5 = \frac{(0,87m + 0,75m)}{2} \times 1,5 = 1,215m^2$$

$$A6 = \frac{(0,87m + 0,77m)}{2} \times 1,5 = 1,23m^2$$

$$A7 = \frac{(0,77m + 0,55m)}{2} \times 1,5 = 0,99m^2$$

$$A8 = \frac{(0,55m + 0,36m)}{2} \times 1,5 = 0,6825m^2$$

$$A9 = \frac{(0,36\text{m}+0,19\text{m})}{2} \times 1,5 = 0,4125\text{m}^2$$

$$A10 = \frac{(0,24\text{m}+0,19\text{m})}{2} \times 1,5 = 0,3225\text{m}^2$$

$$A11 = \frac{(0,38\text{m}+0,24\text{m})}{2} \times 1,5 = 0,465\text{m}^2$$

$$A12 = \frac{(0,38\text{m}+0,15\text{m})}{2} \times 1,5 = 0,3975\text{m}^2$$

$$A13 = \frac{1,5\text{m}+0,38\text{m}}{2} = 0,285\text{m}^2$$

TOTAL, ÁREA= 9,9825m<sup>2</sup>

- Velocidad: para el cálculo de la velocidad se tomó el promedio de los tiempos y se dividió entre la longitud de estudio (10m)

Promedio de tiempos: 19,64 segundos

Longitud de estudio: 10m

$$V = \frac{10\text{m}}{19,64\text{s}} = 0,51\text{m/s}$$

- Cálculo de caudal:

$$Q = (9,9825\text{m}^2) \left( \frac{0,51\text{m}}{\text{s}} \right) = 5,09\text{m}^3/\text{s}$$

**Caudal Total= 5091,075 L/s**



### 3.1.7. Obras existentes.

3.1.7.1. **Captación.** Las obras existentes en la captación consisten de una obra en concreto horizontal ubicada en el fondo de la quebrada con el fin de captar parte del agua concesionada para uso doméstico por parte de la Asociación de Usuarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de la Pedregosa.



*Figura N° 13 Captación de fondo de agua superficial. Pasante*

3.1.7.2. **Desarenador.** el desarenador se encuentra ubicado lo más cerca posible al sitio de captación, además este garantiza que el sistema de limpieza se pueda hacer por gravedad.



*Figura N° 14. Desarenador acueducto la pedregosa. Pasante*

3.1.7.3. **Aducción.** Teniendo en cuenta las condiciones escarpadas de la fuente de abastecimiento (Quebrada la RAYA) entre el sitio de captación y la PTAP se encuentra una tubería a presión por gravedad utilizando tubería PVC con diámetros de 6" y 4".



*Figura N° 15. Tubería PVC. Aducción desarenador-PTAP. Pasante*

3.1.7.4. **Planta de tratamiento de agua potable (PTAP).** El corregimiento de la pedregosa cuenta con una planta de tratamiento de agua potable que aún se encuentra en etapa de construcción, encontrándose ya en su última etapa de acabados.



*Figura N° 16. PTAP corregimiento la pedregosa. Pasante*

3.1.7.5. **Floculadores.** la planta cuenta con 9 estructuras de forma rectangular de flujo vertical, donde el agua entrante ya coagulada promueve el crecimiento de los flóculos debido al contacto de partículas



*Figura N° 17. Tanques floculadores. Pasante*

3.1.7.6. **Sedimentadores.** Dos estructuras en forma rectangular conforman el proceso de sedimentación donde los materiales transportados por distintos agentes se van a precipitar al fondo de los mismos.



*Figura N° 18. Tanques sedimentadores. Pasante*



3.1.7.7. **Filtración.** Proyectada con un proceso unitario cuya finalidad va hacer la separación de solidos en suspensión a través de medio medios mecánicos poroso.



*Figura N° 19. Estructura de filtrado. Pasante*

3.1.7.8. **Cloración.** con una capacidad de 500 litros se vierte agua y cloro de forma granular teniendo en cuenta las dosificaciones establecidas, se forma una mezcla homogénea que por acción de la gravedad y a través de una tubería de 1" llevan dicha mezcla a los tanques de almacenamiento.



*Figura N° 20. Caseta de cloración. Pasante*

3.1.7.9. **Tanques de almacenamiento.** Una vez realizado cada uno de los procesos anteriormente mencionados se procede a realizar el almacenamiento del agua ya tratada en dos tanques con capacidad de 139,425 m<sup>3</sup> para el tanque 1 y 141.025 m<sup>3</sup> para el tanque 2 para su posterior distribución.



*Figura N° 21. tanque de almacenamiento 2. Pasante*

3.1.7.10. **Red de distribución.** Consiste en una serie de tuberías en PVC de 4" que posteriormente se reduce a 3", para el suministro de agua de toda la comunidad de la pedregosa.



*Figura N° 22. Salida a la red de distribución. Pasante*

### **3.1.8. Análisis físico-químico y microbiológico del agua cruda quebrada la “RAYA”**

Teniendo en cuenta la resolución 0811 de 2008 de los ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la Autoridad Sanitaria y las Personas Prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución”, se estableció realizar un punto de muestreo aguas arriba de la captación que abastece el corregimiento.

**3.1.8.1. Punto de muestreo.** La muestra se realizó en la captación de la quebrada la “RAYA”.

**3.1.8.2. Toma de muestras.**

- Se rotulo los frascos donde se indicó la fecha, hora y el lugar donde se tomó la muestra.
- La toma de la muestra se realizó en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico aguas arriba.
- La muestra se realizó en la zona central de la quebrada con poca turbulencia.
- Se procedió a la postura de los guantes de látex y mascarilla, evitando de esta manera cualquier tipo de contaminación.
- Se realizo 3 enjuagues del recipiente que contenía la muestra.
- Para el análisis biológico se abrió la tapa dentro del agua y se dejó llenar hasta  $\frac{3}{4}$  de su capacidad y se tapó dentro del agua.
- Se colocaron los frascos tapados en una cava refrigerada hasta el transporte para el laboratorio.

### 3.1.8.3. *Transporte y Entrega de la Muestra al Laboratorio.*

Al momento de almacenar las muestras se revisó que los recipientes estuvieran correctamente tapados para evitar posibles derrames. Las muestras se entregaron al laboratorio de Calidad Ambiental, correctamente identificadas y lo más antes posible después de su recolecta.

### 3.1.8.4. *Tipo de recipiente para la toma de las muestras.*

- Análisis físico-químicos: recipiente de plástico.
- Análisis microbiológicos: recipiente de vidrio previamente esterilizado.

### 3.1.8.5. *Resultados*

	<b>LABORATORIO QUÍMICO DE CONSULTAS INDUSTRIALES</b>	<b>Código:</b> F-PA-02	
	<b>POST-ANALITICO</b>	<b>Versión:</b> 08	
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Fecha:</b> 2019/05/06 Página 1 de 5	



"Acreditación por el IDEAM según la Resolución No. 0400 de 2019, en los parámetros Alcalinidad, Cloruros, Dureza, Nitritos, Nitratos, Fósforo, Hierro Total, DBO<sub>5</sub>, DOO, SST, SAAM, Fenoles, metales totales y disueltos en aguas, pH y metales totales en suelos, TCLP en residuos peligrosos y toma de muestras puntuales y compuestas"



"Autorización del Ministerio de la Protección Social, mediante la resolución 1615 de 2015, para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano"

<b>Informe de resultados No.</b>	<b>I-20-260</b>	<b>Fecha de emisión:</b>	<b>20 de octubre de 2020</b>
<b>Cliente:</b>	<b>ASUAPED</b>		
<b>Dirección del cliente:</b>	Carrera 2 No. 9-38		
<b>Solicitud de servicio No.</b>	<b>20-160</b>	<b>No. de muestras:</b>	<b>03</b>
<b>Fecha de recepción de las muestras:</b>	30 de septiembre de 2020		
<b>Muestras recibidas por:</b>	Amparo López G		
<b>Fecha de análisis:</b>	30 de septiembre de 2020-17 de octubre de 2020		

## 1. ANALISIS FISICOQUIMICO

<b>Codificación de la Muestra:</b>	<b>20-160-01</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	<b>Puntual</b>
<b>Identificación de la muestra:</b>	<b>AGUA CRUDA # 1</b>		
<b>Matriz de la muestra:</b>	Agua Cruda		
<b>Muestreo realizado por:</b>	El Cliente		
<b>Lugar y punto de muestreo:</b>	Captación La Raya		
<b>Fecha del muestreo:</b>	30 de septiembre de 2020		

PARAMETRO	RESULTADO	MÉTODO/NORMA
pH (Unidades de pH)	7,72	Potenciométrico / SM 4500-H <sup>+</sup> B
Turbiedad (NTU)	1,2	Nefelométrico / SM 2130 B
Color (UPC)	2	Espectrofotométrico / SM 2120 B
Conductividad (μS/cm)	149,9	Conductivimétrico / SM 2510
Hierro Total (mg Fe/L)	<0,07	Espectrofotométrico / SM 3500-Fe
Nitritos (mg NO <sub>2</sub> /L)	<0,08	Espectrofotométrico / SM 4500-B
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	2,21	Espectrofotométrico/RODIER
Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L)	18,5	Espectrofotométrico / SM 4500 E
Cloruros (mg Cl/L)	7,02	Argentométrico / SM 4500-Cl <sup>-</sup> B
Dureza Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	96,0	Titrimétrico-EDTA / SM 2340 C
Dureza Cálcida (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	56,0	Titrimétrico-EDTA / SM 3500-B
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	79,2	Titrimétrico / SM 2320 B
Sólidos Totales (mg/L)	152	Gravimétrico/ SM 2540 B
Fluoruros (mg F/L)	0,22	Espectrofotométrico / SM 4500 B
Carbono Orgánico Total (mg C/L)	13,2	Espectrofotométrico/SM 5310 C

### 1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	RESULTADO	MÉTODO/ NORMA
Coliformes Totales (UFC/100 ml )	184	Filtración por Membrana/ SM 9222H
<i>E. coli</i> (UFC/100 ml)	20	Filtración por Membrana/ SM 9222H

Figura N° 23. Informe de resultado de laboratorio. Laboratorio Universidad industrial de Santander.



### **3.1.9. Análisis del estado actual de la fuente hídrica.**

#### **3.1.9.1. *Calidad biológica***

La evaluación de la calidad biológica del agua se realizó mediante un estudio ocular a través de visitas realizadas a la zona determinando la composición de las comunidades de organismos presentes en la fuente de estudio como algunas especies de peces pelágicos, insectos y arácnidos. Considerando que el medio acuático presenta buena calidad biológica puesto que posee características naturales que le permiten el desarrollo de comunidades de propios del área de estudio.

#### **3.1.9.2. *Zoología del agua.***

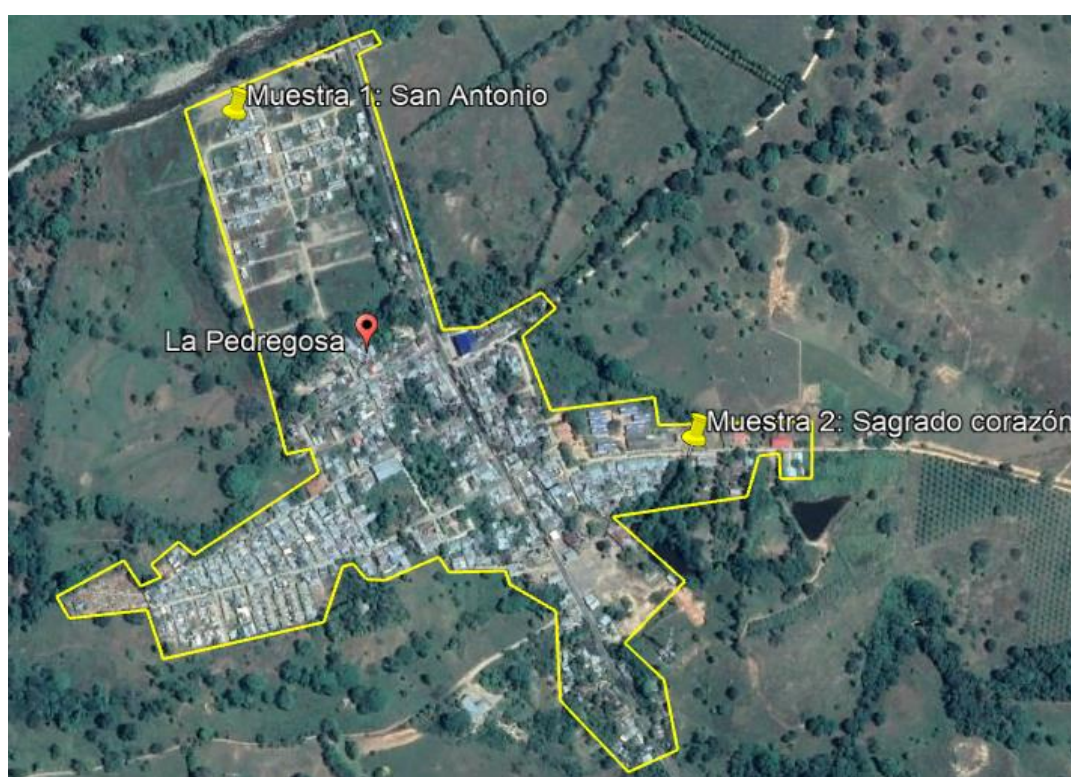
La fauna de invertebrados sumergida en el sistema acuático que habita en la quebrada conocida como la “RAYA”, se pueden distinguir algunos macro invertebrados como: insectos, arácnidos y crustáceos; estos son el conjunto de organismos más dominante de la quebrada.

#### **3.1.9.3. *Calidad ecológica***

Los asentamientos rurales alrededor de la micro cuenca se determinaron a través de la georreferenciación, donde se logra evidenciar una vivienda aguas arriba, desconociendo el tipo de sistema productivo y la disposición final de sus residuos líquidos.

### 3.1.10. Resultado de análisis físico-químico y microbiológico del agua potable

Teniendo en cuenta lo establecido en el decreto 1575 del 2007 y la resolución 2115 del 2007 se realizó un análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos con la finalidad de comparar y determinar qué tan óptimo es el tratamiento realizado en la PTAP, se procedió a la toma de dos muestras representativas en la red de distribución de la siguiente manera muestra 1 barrio San Antonio y muestra 2 Barrio sagrado corazón obteniendo los siguientes resultados:



*Figura N° 24. Georreferenciación puntos de muestreo. Google earth*

<b>Codificación de la Muestra:</b> 20-160-03	<b>Tipo de muestra:</b> Puntual
<b>Identificación de la muestra:</b> AGUA POTABLE # 3	
<b>Matriz de la muestra:</b> Agua Potable	
<b>Muestreo realizado por:</b> El Cliente	
<b>Lugar y punto de muestreo:</b> Red Distribución – Barrio San Anonio	
<b>Fecha del muestreo:</b> 30 de septiembre de 2020	

PARAMETRO	RESULTADO	Decreto 1575/2007; Resolución 2115/2007	MÉTODO/NORMA
pH (Unidades de pH)	7,77	6,5 – 9,0	Potenciométrico / SM 4500-H <sup>+</sup> B
Turbiedad (NTU)	1,8	<2	Nefelométrico / SM 2130 B
Color (UPC)	2	<15	Espectrofotométrico / SM 2120 B
Conductividad (µS/cm)	241,0	<1000	Conductivimétrico / SM 2510
Hierro Total (mg Fe/L)	<0,07	<0,3	Espectrofotométrico / SM 3500-Fe
Nitritos (mg NO <sub>2</sub> /L)	<0,08	<0,1	Espectrofotométrico / SM 4500-B
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	0,8	<10	Espectrofotométrico/ Rodier
Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L)	19,4	250	Espectrofotométrico / SM 4500 E
Cloruros (mg Cl <sup>-</sup> /L)	14,74	250	Argentométrico / SM 4500-Cl <sup>-</sup> B
Dureza Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	94,0	300	Titrimétrico-EDTA / SM 2340 C
Dureza Cálrica (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	58,0	300	Titrimétrico-EDTA / SM 3500-B
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	111,6	200	Titrimétrico / SM 2320 B
Sólidos Totales (mg/L)	226	<500	Gravimétrico/ SM 2540 B
Cloro Residual (mg Cl <sub>2</sub> /L)	0,72	<2,0	Titrimétrico / SM 4500 Cl <sub>2</sub> F
Aluminio Residual (mg Al <sup>+3</sup> /L)	0,11	<0,2	Espectrofotométrico / SM 3500 Al-B
Fluoruros (mg F <sup>-</sup> /L)	0,15	<2,0	Espectrofotométrico / SM 4500 B
Carbono Orgánico Total (mg C/L)	2,7	5,0	Espectrofotométrico/SM 5310 C

### 3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	RESULTADO	Decreto 1575/2007; Resolución 2115/2007	MÉTODO/ NORMA
Recuento Estándar (UFC/100 ml)	18	<100	Filtración por Membrana/ SM 9222B
Coliformes Totales (UFC/100 ml )	0	0	Filtración por Membrana/ SM 9222B
<i>E. coli</i> (UFC/100 ml)	0	0	Filtración por Membrana/ SM 9222B

Figura N° 25. Muestra 1red de distribucion barrio San Antonio. Laboratorio Universidad industrial de Santander

### 1. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra: 20-202-01	Tipo de muestra: Puntual
Identificación de la muestra: AGUA POTABLE	
Matriz de la muestra: Agua Potable	
Muestreo realizado por: El Cliente	
Lugar y punto de muestreo: Norte de Santander / Acueducto La Pedregosa Red Distribución	
Fecha del muestreo: 30 de septiembre de 2020	

PARAMETRO	RESULTADO	Decreto 1575/2007; Resolución 2115/2007	MÉTODO/NORMA
pH (Unidades de pH)	7,40	6,5 – 9,0	Potenciométrico / SM 4500-H* B
Turbiedad (NTU)	1,9	<2	Nefelométrico / SM 2130 B
Color (UPC)	4	<15	Espectrofotométrico / SM 2120 B
Conductividad (µS/cm)	198,5	<1000	Conductivimétrico / SM 2510
Hierro Total (mg Fe/L)	<0,07	<0,3	Espectrofotométrico / SM 3500-Fe
Nitritos (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L)	<0,08	<0,1	Espectrofotométrico / SM 4500-B
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L)	0,71	<10	Espectrofotométrico/ Rodier
Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L)	16,7	250	Espectrofotométrico / SM 4500 E
Cloruros (mg Cl <sup>-</sup> /L)	10,89	250	Argentométrico / SM 4500-Cl <sup>-</sup> B
Dureza Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	100,0	300	Titrimétrico-EDTA / SM 2340 C
Dureza Cálcica (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	96,0	300	Titrimétrico-EDTA / SM 3500-B
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	93,6	200	Titrimétrico / SM 2320 B
Sólidos Totales (mg/L)	205	<500	Gravimétrico/ SM 2540 B
Cloro Residual (mg Cl <sub>2</sub> /L)	0,68	<2,0	Titrimétrico / SM 4500 Cl <sub>2</sub> F
Aluminio Residual (mg Al <sup>3+</sup> /L)	0,10	<0,2	Espectrofotométrico / SM 3500 Al-B
Fluoruros (mg F <sup>-</sup> /L)	0,13	<2,0	Espectrofotométrico / SM 4500 B
Carbono Orgánico Total (mg C/L)	2,1	5,0	Espectrofotométrico/SM 5310 C

### 3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	RESULTADO	Decreto 1575/2007; Resolución 2115/2007	MÉTODO/ NORMA
Recuento Estándar (UFC/100 ml)	18	<100	Filtración por Membrana/ SM 9222B
Coliformes Totales (UFC/100 ml )	0	0	Filtración por Membrana/ SM 9222B
<i>E. coli</i> (UFC/100 ml)	0	0	Filtración por Membrana/ SM 9222B

*Figura N° 26. Muestra 2 Red de distribución barrio sagrado Corazón. Laboratorio Universidad industrial de Santander*

### 3.1.11. Características físicas y químicas del agua para consumo humano

Teniendo en cuenta la resolución 2115 del 2007 se realizó una comparación de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos con el fin de determinar las condiciones actuales en la cual se encuentra la calidad del agua después del tratamiento dado en la PTAP del corregimiento de la pedregosa.

*Tabla N° 6. Cuadro comparativo parámetros analizados*

Parámetro	Resultado San Antonio	Resultado Sagrado Corazón	Valor máximo aceptable según Res. 2115 del 2007	Aceptable/No aceptable
PH (Unidades de PH)	7,77	7,40	6,5 y 9,0	Aceptable
Turbiedad (NTU)	1,8	1,9	2 NTU	Aceptable
Color (UPC)	2	4	15 UPC	Aceptable
Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	241,00	198,5	1000 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	Aceptable
Hierro Total (mg Fe/L)	<0,07	<0,07	0,3 mg/L	Aceptable
Nitritos (mg $\text{NO}_2^-/\text{L}$ )	<0,08	<0,08	0,1 mg/L	Aceptable
Nitratos (mg $\text{NO}_3^-/\text{L}$ )	0,8	0,71	10 mg/L	Aceptable
Sulfatos (mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$ )	19,4	16,7	250 mg/L	Aceptable
Cloruros (mg $\text{Cl}^-/\text{L}$ )	14,74	10,89	250 mg/L	Aceptable
Dureza Total (mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$ )	94,0	100,0	300 mg/L	Aceptable
Dureza Cálrica (mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$ )	58,0	96,0	300	Aceptable
Alcalinidad Total (mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$ )	111,6	93,6	200 mg/L	Aceptable
Sólidos Totales (mg/L)	226	205	<500	Aceptable
Cloro Residual (mg $\text{Cl}_2/\text{L}$ )	0,72	0,68	0,3 y 2,0 mg/L	Aceptable

Aluminio Residual (mg Al <sup>3+</sup> /L)	0,11	0,10	0,2 mg/L	Acceptable
Fluoruros (mg F <sup>-</sup> /L)	0,15	0,13	1,0 mg/L	Acceptable
COT (mg C/L)	2,7	2,1	5,0 mg/L	Acceptable
CT(UFC/100ml)	0	0	0	Acceptable
E-Coli (UFC/100ml)	0	0	0	Acceptable

*Nota: Pasante universitario*

### **3.1.11.1. Análisis de resultados.**

Según lo establecido en la resolución 2115 del 2007, cada una de los parámetros analizados en los puntos de muestreos cumplen los valores máximos aceptables para agua para consumo humano. Estos resultados son producto de que las fuentes donde se realiza la captación del agua, se encuentran ubicada en la parte alta del casco urbano, ocasionando poca intervención antrópica y por tal motivo, la reducción de sustancias que puedan alterar las condiciones naturales de la fuente.

Cabe resaltar que existe un punto de captación llamado Cole Pato la cual su recarga hídrica proviene de nacientes propias de la zona por tal motivo es considerada como zona de conservación ambiental por parte del municipio de la esperanza.

Valores como la turbiedad alcanzan valores que pueden llegar al valor máximo del mismo esto es debido a la temporada de lluvias por la que actualmente está pasando el corregimiento; es por esto que quebradas como Cole Pato actúa como plan de contingencia en caso que la quebrada la RAYA no pueda prestar el servicio o no se encuentre en funcionamiento.

### 3.1.12. Cálculo del IRCA.

Para el cálculo del IRCA según lo establecido en el artículo 12 de la resolución 2115 del 2007, se asignaron puntajes de riesgo a cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas, como se señala a continuación:

*Tabla N° 7. Puntajes de riesgo asignados*

<b>Parámetro</b>	<b>Puntaje de riesgo</b>	<b>Puntaje de riesgo asignado muestra 1</b>	<b>Puntaje de riesgo asignado muestra 2</b>
PH (Unidades de PH)	1.5	0	0
Turbiedad (NTU)	15	0	0
Color (UPC)	6	0	0
Hierro Total (mg Fe/L)	1.5	0	0
Nitritos (mg NO <sub>2</sub> /L)	3	0	0
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	1	0	0
Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /L)	1	0	0
Cloruros (mg Cl/L)	1	0	0
Dureza Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	1	0	0
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	1	0	0
Cloro Residual (mg Cl <sub>2</sub> /L)	15	0	0
Aluminio Residual (mg Al <sup>+3</sup> /L)	3	0	0
Fluoruros (mg F/L)	1	0	0
Carbono Orgánico Total (mg C/L)	3	0	0
Coliformes Totales (UFC/100ml)	15	0	0
E-Coli (UFC/100ml)	25	0	0

*Nota: pasante universitario 2020*

### 3.1.12.1. Cálculo IRCA por muestra.

$$IRCA (\%) = \frac{\Sigma \text{ puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\Sigma \text{ puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

- IRCA Muestra 1 (Barrio San Antonio)

$$IRCA(\%) = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{1.5 + 15 + 6 + 1.5 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 15 + 3 + 1 + 3 + 15 + 25} \times 100 = \frac{0}{94} = 0\%$$

- IRCA Muestra 2 (Barrio Sagrado Corazón)

$$IRCA(\%) = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{1.5 + 15 + 6 + 1.5 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 15 + 3 + 1 + 3 + 15 + 25} \times 100 = \frac{0}{94} = 0\%$$

### 3.1.12.2. Cálculo IRCA mensual.

$$IRCA (\%) = \frac{\Sigma \text{ de los IRCAs obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Número total de muestras realizadas en el mes}}$$

$$IRCA(\%) = \frac{0 + 0}{2} \times 100 = \frac{0}{2} \times 100 = 0\%$$

### 3.1.12.3. Análisis de resultado.

Teniendo en cuenta los resultados del IRCA por muestra y IRCA mensual se define la siguiente clasificación del riesgo del agua suministrada para consumo humano por la Asociación de Usuarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de la pedregosa:



Tabla N° 8. Clasificación IRCA

Clasificación IRCA (%)	Nivel de riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (Acciones)
0-5	Sin riesgo	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Nota: Resolución 2115 del 2007

### 3.1.13. Cálculo del índice de riesgo por abastecimiento de agua por parte de la persona prestadora (IRABApp)

El análisis del IRABApp para la Asociación de Usuarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de la pedregosa se realizó según lo establecido en la resolución 0082 del 2009 y los datos obtenidos en campo a través de las visitas realizadas.

El cálculo del IRABA p.p. se realiza de acuerdo a la siguiente fórmula según la resolución 2115 del 2007:

$$\text{IRABA p.p.} = 100 - (\text{IT} + \text{IC})$$

Para el cálculo del índice de continuidad -IC se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{IC} = \left( \frac{\sum (\text{Nhs})_j \times (\text{Ps})_j}{(730) \times (\text{Pt})} \right) \times \left( \frac{24\text{h}}{\text{día}} \right)$$

Donde:

(Nhs)<sub>j</sub> = Número de horas prestadas en un mes en el sector j

(Ps)<sub>j</sub> = población servida del sector j

730 = Número de horas que tiene un mes

(Pt) = población total servida por la persona prestadora.

$$IC = \frac{(730 \text{ h})(3000 \text{ hab.})}{(730 \text{ h})(3000 \text{ hab.})} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{dia}} = 24 \frac{\text{h}}{\text{dia}}$$

**Tabla N° 9** Puntaje para el índice de continuidad de la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano

Continuidad del servicio - IC	Puntaje
0- 10 HORAS/DIA(INSUFICIENTE)	0
10.1- 18 HORAS/DIA (NO SATISFACTORIO)	10
18.1- 23 HORAS/DIA (SUFICIENTE)	15
23.1 - 24 HORAS/DIA (CONTINUO)	20

$$IC = 20$$

### Índice de tratamiento (IT)

Para calcularlo se debe sumar los valores obtenidos en la descripción del tratamiento + Dotación básica de laboratorio + Trabajadores certificados en las normas colombianas.

**Tabla N° 10.** Descripción del tratamiento

III.1.1.1 Descripción del Tratamiento.	Puntaje Asignado
Posibles procesos: cribado, desarenación, ablandamiento, aireación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, estabilización, tratamiento de lodos, otros.	50
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	50
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	25
Se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	15
Se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	10
Sólo requiere desinfección y ésta se realiza	50
Sólo realiza desinfección.	15
No hay ningún tipo de tratamiento.	0
<b>III.1.1.2 Dotación Básica de Laboratorio para la realización de los siguientes ensayos:</b>	
Tres puntos por cada uno: Equipo para Prueba de Jarras. Equipo para Demanda de Cloro Equipo para Turbiedad. Equipo para Color aparente. Equipo para PH.	3 x <u>2</u> = 6
<b>III.1.1.3 Trabajadores Certificados en las Normas Colombianas de Competencia Laboral de la Titulación 180201002 Operación de Sistemas de Potabilización de Agua - Nivel 3 o la norma que la modifique, adicione o sustituya.</b>	

Entre el 90% y el 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) de la Titulación 180201002	15
Entre el 50% y el 90% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) de la Titulación 180201002	10
Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) de la Titulación 180201002	0

**Fuente:** Resolución 0082 del 2009

$$\text{Índice de Tratamiento (IT)} = 50+6+10= 66$$

$$\text{IRABA p.p.} = 100 - (\text{IT} + \text{IC})$$

$$\text{IRABA p.p.} = 100 - (66 + 20) = 14$$

**Tabla N° 11.** Interpretación

CLASIFICACIÓN IRABAPP	RESULTADO	NIVEL DE RIESGO A LA SALUD	ACCIONES
10.1 – 25.0	14	BAJO	La persona prestadora, debe eliminar mediante gestión directa las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.

*Fuente: resolución 2115 del 2007*

### 3.1.13.1. Observaciones.

El acueducto cuenta con un operador y un auxiliar de operación, los certificados del auxiliar de operación no fueron soportados por tal motivo se estableció que el 50% de los operarios cuentan con certificados según lo establece las normas NCL. La calidad del agua cruda que abastece el acueducto no supera los valores máximos permisibles comparándolos con lo establecido en la resolución 2115 del 2007, además establece los parámetros para el agua tratada; por tanto según esta resolución no debe haber presencia de microorganismos y resalta que aunque el agua cruda o

la fuente de abastecimiento presenta microorganismos, el proceso de desinfección realizado es efectivo, pues logra eliminar los microorganismos, dando cumplimiento a la norma y además garantizando el agua acta para consumo humano.

### 3.1.14. Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano (buenas prácticas sanitarias)

La resolución 0082 del 2009 establece los aspectos generales que se deben tener en cuenta a la hora de diligenciar el formulario para la evaluación de BPS.

**Tabla N° 12.** Aspectos generales

ASPECTOS GENERALES		
Departamento: <b>Norte de Santander</b>	<b>Municipio o Distrito:</b> La esperanza	<b>Fecha de Visita:</b> 20 de noviembre de 2020
Nombre de Autoridad Sanitaria: <b>Instituto departamental de salud</b>		
Número Consecutivo del Acta de Visita: <b>No aplica</b>	<b>Fecha visita anterior:</b> No aplica	<b>Se anexa copia Acta de Visita anterior: Si: No: X</b>
Hubo concepto: Favorable: Favorable con requerimiento: <b>x</b>	Desfavorable:	<b>Nombre de quien realizó la visita:</b> Eduardo Caicedo
Se establecieron plazos para la ejecución de requerimientos: <b>No Aplica</b>	<b>Se dispuso un plan de mejoramiento:</b> <b>Si: No: x</b>	<b>Número total de habitantes del municipio:</b> 3500 habitantes
Número total de viviendas resto:	<b>No Aplica</b>	<b>Número total de viviendas casco urbano:</b> 745
II. PERSONA PRESTADORA		
1. Nombre de la p.p: <b>ASUAPED</b>	2. <b>NIT:</b> 807006339-6	3. <b>Sin NIT:</b> No aplica
4. Departamento: <b>Norte de Santander</b>	5. <b>Municipio:</b> La esperanza	6. <b>Localidad:</b> No aplica
Código DANE: <b>54</b>	<b>Código DANE:</b> 54385	<b>Código DANE:</b> No aplica
7. Otras localidades atendidas: <b>No aplica</b>		
8. Representante Legal-Cargo:		<b>Correo electrónico:</b>

<b>Carlos Arturo Lozano Barrios-Gerente</b>		acupedregosa@gmail.com
Dirección: <b>La pedregosa</b>	<b>Teléfono:</b> 3234222179	<b>9. Nombre de la planta:</b> ASUAPED
10. Caudal de diseño: -----	11. <b>Caudal tratado actualmente: 7,59</b> L/s	<b>12. Tipo de fuente de abastecimiento:</b> Superficial
13. Otras plantas Operadas por la P.P: <b>No aplica</b>	14. <b>Suscriptores atendidos por la P.P: 718</b>	

*Fuente: Pasante*

### 3.1.15. Evaluación de buenas prácticas sanitarias de la empresa prestadora

#### (ASUAPED)

Consolidando la información evaluada in situ sobre el cumplimiento de las normas vigentes y la necesidad de desarrollar acciones para mejorar el sistema de suministro y por ende la calidad de la misma se estableció la siguiente información en campo.

**Tabla N° 13.** Buenas prácticas sanitarias.

IV. BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS (BPS) - PERSONA PRESTADORA					
IV.1 Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano					
IV.1.1 Estado y pertinencia de las instalaciones.	Descripción de lo observado	¿Cumple las BPS?			
		S I	P	N O	N / A
1. Vía(s) de acceso está(n) en buen estado.	La vía de acceso a la PTAP se encuentra sin pavimentar ocasionando problemas de acceso en temporadas de lluvias.		1		
2. Alrededores de las instalaciones de la planta libres de obstáculos.	La parte frontal de la instalación se evidencia material vegetal cortado:		1		

	Ramas, troncos postes.				
3. Planta tiene cerramiento.		0			
4. Aseo interior eficiente.	Se realizan acciones al interior de la planta, pero no presentan evidencias de las acciones realizadas.		1		
5. Instalaciones de almacenamiento adecuadas.		0			
6. Zonas para el descanso y consumo de alimentos.		0			
7. Servicios sanitarios en cantidad suficiente.		0			
8. Estado físico de las edificaciones.		0			
<b>IV.1.2 Instrumentación de la planta de tratamiento de agua para consumo humano</b>	<b>Descripción de lo observado</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
		<b>I</b>		<b>O</b>	<b>/</b>
					<b>A</b>
1. Medición de caudal de ingreso.	La planta dispone de dos fuentes abastecedoras de la cual solo una realiza la medición del caudal de ingreso (macro medidor)		1		
2. Medición de caudal de salida.	Solo esta establecido un medidor a la salida de uno de los dos tanques de almacenamiento.		1		
3. Medición o estimación de caudal para el lavado de filtros sedimentadores o de drenajes de sedimentadores y otros consumos.		0			
4. Medición de niveles en los tanques.	No se cuenta con un medidor de nivel de altura del agua en los tanques.			2	
5. Control para determinar el momento del lavado de filtros.	No Aplica				—
<b>IV.1.3 Seguridad industrial y salud ocupacional</b>	<b>Descripción de lo observado</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
		<b>I</b>		<b>O</b>	<b>/</b>
					<b>A</b>

1. Manual o protocolo de higiene y seguridad industrial.		0				
2. Programa de salud ocupacional.		0				
3. Señalización y demarcación de las áreas de trabajo.	Existen los programas, pero su aplicación es intermitente.		1			
4. Operarios visten uniformes dotados para el trabajo.		0				
5. Elementos de protección y seguridad.		0				
6. Elementos de control local de emergencias.	Las instalaciones no cuentan con extintores, detector de escape de cloro y botiquín.			2		
<b>IV.1.4 Manejo de la información y comunicaciones</b>	<b>Descripción de lo observado</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>A</b>
		<b>I</b>		<b>O</b>	<b>/</b>	<b>A</b>
1. Sistema de registro y archivo de la información.				2		
2. Reportes de autocontrol están disponibles para supervisión a cargo de la autoridad sanitaria.		0				
3. Manuales de operación y mantenimiento.	No existe los procedimientos escritos para la operación y mantenimiento de los diferentes procesos y equipos de la planta.			2		
4. Manual de funciones.		0				
5. Supervisión y asesoría.		0				
6. Sistema de comunicaciones.		<b>0</b>				
<b>IV.1.5 Laboratorio(s) para control de procesos y calidad del agua para consumo humano distribuida</b>	<b>Descripción de lo observado</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>A</b>
		<b>I</b>		<b>O</b>	<b>/</b>	<b>A</b>
1. Brinda(n) las condiciones de localización, espacio y distribución que deben cumplirse en	No aplica					—

estas instalaciones.				
2. Equipos de seguridad propios de estas instalaciones.	No cuentan con duchas de seguridad y lavajojos.			2
3. Realizan todos los ensayos físico-químicos y microbiológicos de control en la red de distribución, de acuerdo a las condiciones establecidas en el Capítulo V de la Resolución 2115 de 2007 o la norma que la modifique, adicione o sustituya.				0
4. Efectúan periódicamente la caracterización del agua cruda y su tratabilidad.	No poseen de equipos mínimos para caracterizar el agua cruda (termómetro, turbidímetro, prueba de jarras, balanza entre otros)			2
5. Hacen periódicamente el control de los procesos que llevan a cabo: floculación, sedimentación, filtración, desinfección y ajuste final de pH, etc., es decir, los que procedan.				0
6. Llevan reportes de control al día.				0
7. Sistema de gestión para el aseguramiento de la calidad de los resultados físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.	No poseen manuales, catálogos, guías o instrucciones sobre los equipos, procesos y no realizan programas de auto inspección o auditoria.			2
<b>8. Instalaciones siguen técnicas de aseo y asepsia para los análisis.</b>				0

#### IV.2 Aspectos generales del sistema de distribución

IV.2.1 Estado operativo del sistema de distribución	Descripción de lo observado	S	P	N	N
		I		O	/
					A
1. Planos de la red de distribución detallados.	No poseen planos de la red de			2	



	distribución.				
2. Red de distribución está sectorizada.	Tienen conocimiento de la sectorización, pero no la tienen documentada.	1			
3. Zonas donde existe riesgo de contaminación de la red.	No tienen identificados en un plano los sectores con diversas quejas de calidad.	1			
4. Registro estadístico de las roturas de tubería y sus causas.		2			
5. Válvulas, purgas e hidrantes para drenar el agua de las tuberías están operables.		0			
6. Equipos y accesorios mínimos para el control de operación de la red.		1			
7. Red de distribución está instrumentada.	No se cuenta con equipos como miras de altura para controlar el nivel de los tanques y su volumen.	1			
<b>IV.2.2 Mantenimiento de la red de distribución</b>	<b>Descripción de lo observado</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>N</b> <b>/</b> <b>A</b>
1. Personal encargado de la operación y mantenimiento de la red de distribución está certificado en sus competencias laborales.		0			
2. Equipos y materiales apropiados para labores de mantenimiento.		0			
3. Equipos para detección de fugas no visibles.	No existe equipos electrónicos para tal fin			2	
4. Fugas y daños son atendidos oportunamente.	No existe protocolo de identificación y clasificación de los daños con los tiempos de respuesta oportunos.		1		

5. Procedimientos para reparación de daños de tuberías y accesorios que eviten la contaminación hacia el interior de éstos.	<b>0</b>
---	----------

<b>IV.2.3 Control de calidad del agua distribuida.</b>	<b>Descripción de lo observado</b>	<b>S I</b>	<b>P</b>	<b>N O</b>	<b>N / A</b>
1. Tanques y otras estructuras del sistema de distribución se limpian y desinfectan periódicamente.		0			
2. Dispositivos para toma de muestras de agua en la red de distribución.	No cuentan con los equipos necesarios para la toma de muestras.		1		
3. Quejas sobre mala calidad del agua se atienden oportunamente.		0			
4. Toma, preservación y transporte de muestras se hace de acuerdo al Manual de Instrucciones del Instituto Nacional de Salud - INS.		0			
5. Equipos portátiles para la toma de cloro residual y pH.		0			

**IV.3 CALIFICACIÓN PARA LA PERSONA PRESTADORA POR BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS - BPS:**

**Sumar los valores de las columnas P y NO y anotarlos**

32

**puntos**

ASUAPED cuenta con una planta de tratamiento que actualmente no se encuentra en funcionamiento puesto que aún se encuentra en la etapa de construcción y acabados. Por tal motivo se está trabajando y realizando el proceso de desinfección de acuerdo a las condiciones presentadas por el agua cruda. De igual manera no se tienen establecidos protocolos de operación y mantenimiento para conocimiento de los empleados que ingresen y hagan parte de la organización.

Nombre y cargo del(os) funcionario(s) de la autoridad sanitaria que diligenció(aron) el formulario in situ.	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>
Eduardo José Caicedo Pineda		30 de noviembre del 2020
<b>Fanny Andrea Ayala</b>		<b>30 de noviembre del 2020</b>

*Fuente: Pasante*

### 3.1.16. Resultado de los índices que evalúan la calidad del agua para consumo humano.

**Tabla N° 14.** Clasificación del riesgo para cada índice.

<b>IRCAApp</b>	<b>IRABApp</b>	<b>BPSpp</b>
Inviabile sanitariamente 80.1 - 100	Riesgo muy alto 70.1 - 100	Riesgo muy alto 71 - 100
Riesgo alto 35.1 - 80	Riesgo alto 40.1 - 70	Riesgo alto 41 - 70
Riesgo medio 14.1 - 35	Riesgo medio 25.1 - 40	Riesgo medio 25 - 40
Riesgo bajo 5.1 - 14	Riesgo bajo 10.1 - 25	Riesgo bajo 11 - 24
Sin riesgo 0 - 5.0	Sin riesgo 0 - 10	Sin riesgo 0 - 10

Fuente: Elaboración propia, resolución 2115 del 2007

#### 3.1.16.1. Concepto sanitario por persona prestadora.

$$\text{Puntaje} = 0.50 \times \text{IRCAApp} + 0.20 \times \text{IRABApp} + 0.30 \times \text{BPSpp}$$

$$\text{Puntaje} = 0,5*(0) + 0,2*(14) + 0,3*(32) = 12,4 \text{ puntos}$$

Se emite concepto sanitario favorable con requerimientos, puesto que el sistema de suministro de agua para consumo humano no cumple con la totalidad de BPS, con las disposiciones contempladas en el decreto 0082 de 2009, puesto que hasta el momento las obras que se están ejecutando aún no han finalizado y por ende el estado y pertinencia de las instalaciones no se encuentran en mejores condiciones, pero esto no conlleva un riesgo inminente para la salud humana. Sin embargo, los procesos que hasta el momento se vienen realizando garantizan que el agua llegue con las mejores condiciones de calidad a los habitantes del corregimiento, esto debido en gran parte a las condiciones naturales que se dan en la parte alta de la cuenca y a la poca intervención antrópica en dicha área, minimizando la contaminación del recurso.

#### **4. Diagnostico Final**

Garantizando el cumplimiento de los objetivos propuestos por la Asociación de Usuarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de la pedregosa, se realizó un diagnostico a cada uno de los componentes y procesos, realizados en la parte operativa y ambiental de la empresa; la información recopilada se obtuvo a través de visitas realizadas a las instalaciones, así mismo parte de esa información se logró por medio de entrevistas al fontanero de gran trayectoria en la organización. Como primera instancia se procedió a establecer información clara y concreta sobre el municipio y el corregimiento objeto de estudio (La Pedregosa), esto se realizó teniendo en cuenta que dicho corregimiento no cuenta con información detallada de su jurisdicción, límites, georreferenciación, entre otros; seguido de la delimitación de la fuente abastecedora, su diagnóstico ambiental y cálculo del aforo de la misma, de esta manera contribuir en la documentación y estudio de la fuente que abastece a la comunidad en general del corregimiento.

Actualmente la empresa no cuenta para su operación de la PTAP, con la nueva planta proyectada para iniciar su operación a mitad de año del 2021, por tal motivo el sistema con el que se viene trabajando es el antiguo; el diagnóstico realizado al sistema se hizo a los procesos que hasta el momento se encuentran en operación, realizando los cálculos del índice del riesgo para la calidad del agua potable (IRCA), así mismo para el índice de riesgo por abastecimiento de agua por parte de la persona prestadora (IRABApp) y buenas prácticas sanitarias (BPS). La información y resultados obtenidos se consiguieron de acuerdo a los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos según lo establecido en la resolución 2115 del 2007, donde se estudiaron 19 de los 22 parámetros establecidos por la normatividad, dichas muestras se tomaron y se enviaron al laboratorio de la universidad industrial de Santander (UIS), a cargo de

la ingeniera química. Para el cálculo de buenas prácticas sanitarias se tuvo en cuenta la resolución 0082 del 2009.

Cabe resaltar que la empresa actualmente realiza los procesos de desarenación y desinfección. Según los resultados de laboratorio y de acuerdo a las condiciones de la fuente, son suficientes y garantizan en cierta parte que se suministre agua de calidad a los usuarios. Como profesional y conocedor de los procesos y manejo de estos sistemas de tratamiento, durante la ejecución de este trabajo puse en práctica gran parte de mis conocimientos para beneficio propio y de la organización.

toda la información recopilada se documentó, archivó y se expuso a cada uno de los miembros de la junta directiva, con el fin de compartir dicha información a cada persona que requiera de estudios del estado actual de la fuente abastecedora del corregimiento de la pedregosa y de esta manera proponer estrategias que garanticen una mejora continua a la empresa, así mismo se establecieron algunas estrategias descritas en las recomendaciones para el mejoramiento continuo de la organización.

## 5. Conclusión

El sistema de potabilización de agua con el que actualmente cuenta la empresa de ASUAPED, realiza procesos para el tratamiento del agua como son la captación, desarenación, aducción, desinfección y almacenamiento, que de acuerdo con los resultados obtenidos en laboratorio brindan condiciones de calidad del agua para consumo humano; esto se da porque las fuentes que abastecen al corregimiento se encuentran ubicadas en la parte alta de la cuenca, por ende la intervención antrópica y las cargas contaminantes de las fuentes son casi nulas. Las obras existentes anteriormente mencionadas se describen ya que se cuenta con toda la infraestructura para el establecimiento de un PTAP que va a brindar y garantizar un mejor suministro de agua de acuerdo con las normas que regulan la materia, pero que hasta el momento se encuentra en su etapa final de construcción.

De acuerdo a la información adjunta y teniendo en cuenta las visitas técnicas realizadas, se puede determinar una viabilidad técnica y ambiental para el uso de la fuente hídrica superficial, ya que esta posee una oferta que puede cubrir la demanda solicitada por la comunidad del corregimiento de la pedregosa, respetando el caudal ecológico que discurre después del punto de captación. Las condiciones climáticas de la zona brindan ambientes propios de ecosistemas ajustados a bosques húmedos con una gran variedad de especies.

Teniendo en cuenta los procesos que hasta la actualidad se vienen implementando en el acueducto de ASUAPED, realizando el cálculo de los índices de riesgo para la calidad del agua potable (IRCA), así mismo para el índice de riesgo por abastecimiento de agua por parte de la persona prestadora (IRABApp) y buenas prácticas sanitarias (BPS), según lo establecido en la resolución 2115 del 2007 y la resolución 0082 del 2009, de acuerdo con los resultados obtenidos

por el laboratorio de la universidad industrial se obtuvieron los siguientes resultados: para el IRCA por muestra se estableció un nivel de riesgo como sin riesgo notificando a la empresa continuar el control y la vigilancia de cada uno de sus procesos y para el IRCA mensual se define la siguiente clasificación sin riesgo estableciendo el agua apta para consumo humano, notificando de igual manera acciones para dar continuidad a la vigilancia del agua suministrada para consumo humano por la Asociación de Usuarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de la pedregosa. Para el IRABApp realizando los cálculos correspondientes dio como resultado una clasificación de 14 siendo esta un nivel de riesgo a la salud bajo, del mismo modo se estableció que la persona prestadora debe eliminar mediante gestión directa las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio, por último, para las BPS se determinó un nivel de riesgo medio puesto que se establecieron requerimientos en algunos procesos del sistema.

De esta manera se emite concepto sanitario favorable con requerimientos, puesto que el sistema de suministro de agua para consumo humano no cumple con la totalidad de BPS, con las disposiciones contempladas en el decreto 0082 de 2009, pero esto no conlleva un riesgo inminente para la salud humana.

## 6. Recomendaciones

- Llevar un registro de datos de caudal en temporadas de invierno y de estiaje con el fin de conocer el comportamiento de la quebrada para cada época del año.
- Ampliar el área de conservación y mantener las especies que rodean la unidad hidrográfica realizando siembras de especies propias de la región y que se adapten a las condiciones climáticas de la zona.
- Adquirir la dotación básica de laboratorio en la planta de tratamiento garantizando el seguimiento efectivo a través de los ensayos de prueba de jarras, color y turbiedad.
- Realizar análisis de sustancias químicas relacionadas con los plaguicidas y otras sustancias según lo establecido en el artículo 8 de la resolución 2115 del 2007.
- Elaborar y ejecutar el plan de ahorro y uso eficiente del agua según lo establecido por la ley 373 de 1997.
- Establecer el sistema de gestión ambiental según la ISO 14001 del 2015, involucrando en su política ambiental y objetivos ambientales el uso racional, cuidado y conservación de los recursos hídricos que abastecen la planta de tratamiento de agua potable ASUAPED.
- Capacitación continua a trabajadores de la planta, con el fin de ampliar sus conocimientos y de la misma manera soportar sus competencias laborales a través de instituciones públicas formales como el SENA, y de esta manera certificar sus conocimientos técnicos.
- Implementar las medidas necesarias para mitigar el impacto negativo social que se genera con respecto a la calidad del agua.



## Referencias

- DESASTRES, C. M. (2012). *PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES*. Obtenido de [https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/18596/La%20Esperanza\\_Norte%20de%20Santander.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/18596/La%20Esperanza_Norte%20de%20Santander.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Diaz, J. P. (s.f.). *IMPORTANCIA DEL AGUA*. Obtenido de IMPORTANCIA DEL AGUA: <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html#:~:text=IMPORTANCIA%20DEL%20AGUA&text=El%20agua%20es%20un%20elemento,biol%C3%B3gicos%20que%20la%20hacen%20posible>.
- EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (09, mayo de 2007). Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Recuperado de [file:///C:/Users/EDUARDO%20CAICEDO/Documents/todo%20sobre%20el%20agua/DECRETO\\_1575\\_DE\\_2007.pdf](file:///C:/Users/EDUARDO%20CAICEDO/Documents/todo%20sobre%20el%20agua/DECRETO_1575_DE_2007.pdf)
- EL MINISTRO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. (16, enero 2009). formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano. Recuperado de <file:///C:/Users/EDUARDO%20CAICEDO/Documents/todo%20sobre%20el%20agua/Resolucion-0082-de2009%20%20formularios%20para%20la%20pr%C3%A1ctica%20de%20visitas%20de%20inspeccion%20sanitaria.pdf>
- MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (22, junio de 2007). características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Recuperado de [file:///C:/Users/EDUARDO%20CAICEDO/Documents/todo%20sobre%20el%20agua/Resoluci%C3%B3n\\_2115%20del%202007.pdf](file:///C:/Users/EDUARDO%20CAICEDO/Documents/todo%20sobre%20el%20agua/Resoluci%C3%B3n_2115%20del%202007.pdf)
- PABON, A. M. (2020). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2020-2023*. La esperanza.
- PROBLEMATICA DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS - cuencas hidrograficas*. (s.f.). Obtenido de <https://sites.google.com/site/cuencahidrografica/cuencahidrografica/problematICA-de-las-cuencas-hidrograficas>

## Apéndice



*Apéndice A. Toma de muestra barrio San Antonio y Sagrado corazón. Pasante.*



*Apéndice B: llenado formulario buenas prácticas sanitarias.*



*Apéndice C. Sistema y químico utilizado en la desinfección. Pasante*



*Apéndice D. Muro de contención en costales y material pétreo por arrastre del río. Pasante.*

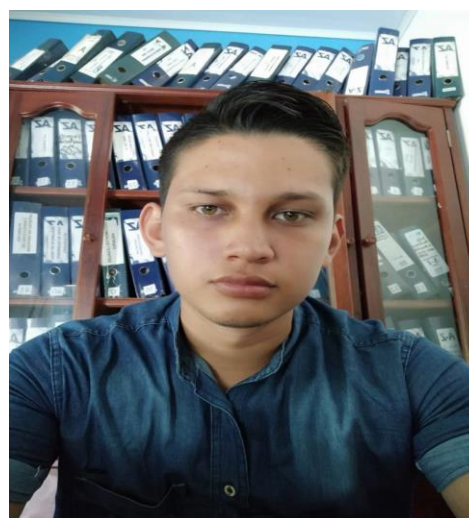
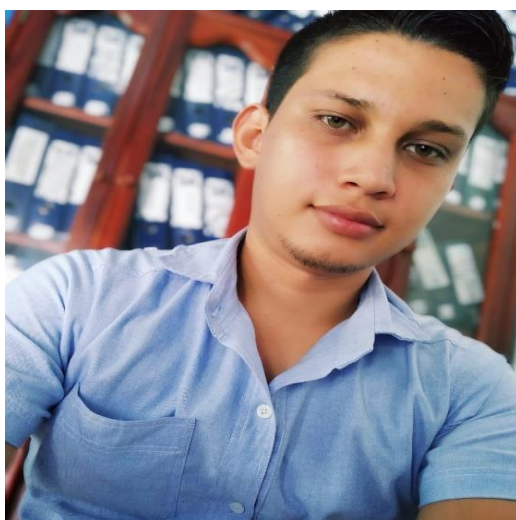


*Apéndice E. Cambio de malla que retiene los sólidos y partículas de gran tamaño. Pasante.*

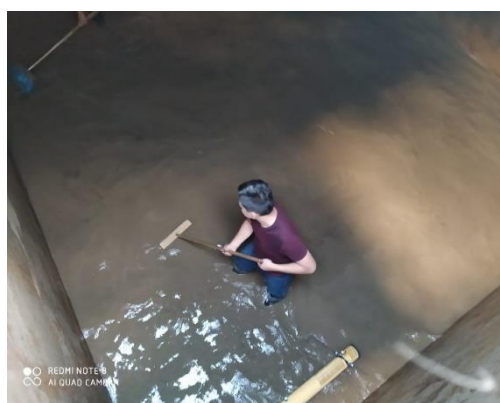




*Apéndice F. Recorrido hacia la captación cole pato. Pasante.*



*Apéndice G. Trabajos de oficina. Pasante.*



*Apéndice H. Lavado de tanques de almacenamiento 1 y 2. Pasante.*



*Apéndice I. Tuvo de desfogue y sedimentador parte alta. Pasante.*