

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

**Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea que Abastece a la Comunidad de la Vereda
el Tablón Municipio de Santa Rosa de Viterbo.**

Dary Natalia Cárdenas Ochoa Cód.1077970590

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Duitama, Boyacá 2020

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

**Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea que Abastece a la Comunidad de la Vereda
el Tablón Municipio de Santa Rosa de Viterbo.**

Dary Natalia Cárdenas Ochoa

Asesor(a) Ing. Guisett Adelina Gómez Siachoque

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Duitama, Boyacá 2020

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme culminar una etapa más en mi vida y lograr mi formación como Ingeniera Ambiental, a mis familiares (Esposo, Hijo, Padres, Hermanas, Sobrina) por brindarme su apoyo incondicional e impulsarme siempre a cumplir mis metas.

El desarrollo de este proyecto se pudo llevar a cabo gracias a la comunidad de la Vereda el Tablón (suscriptores, directivos, usuarios), administrador del Acueducto Veredal Jairo Arnulfo Rodríguez por contribuir con sus experiencias y conocimiento acerca de este.

Agradecimiento especial a los docentes de la Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA Ingeniera Guisett Adelina Gómez Siachoque (Asesor de Tesis) por su dedicación, confianza y seguimiento, Ingeniero Horacio Rojas Cárdenas por su acompañamiento académico.

A la Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD por todos los conocimientos adquiridos durante el proceso académico y en general a todos los funcionarios.

RESUMEN

El agua subterránea juega un papel muy importante como alternativa de abastecimiento de agua potable a las poblaciones que aún no cuentan con el servicio de acueducto, sin embargo, desde el año 2000 que se empezó a surtir la vereda el Tablón de este pozo subterráneo no cuenta con ningún tipo de estudio o análisis físico químico ni microbiológico de la calidad del agua.

En el presente proyecto se busca realizar el análisis Fisicoquímico y Bacteriológico del agua subterránea que surte a la Vereda el Tablón para conocer el estado actual ya que su uso principal es para su consumo humano; se pretende realizar un análisis de resultados (físicos, químicos y biológicos) para tomar acciones según los análisis de laboratorio, que contribuyan al aprovechamiento del agua subterránea de forma segura y que esta cumpla con la normatividad vigente para el consumo humano, para cumplir este objetivo se pretende realizar análisis fisicoquímicos y bacteriológicos dos tomas en diferentes fechas para verificar que no haya ningún tipo de contaminante y/o variaciones en cada muestreo haciendo un seguimiento, realizar interpretación de los resultados, desarrollar planes de solución de acuerdo a resultados obtenidos.

El agua apta para consumo humano es una necesidad y un derecho fundamental de la humanidad, la falta de acceso al agua potable es la principal causa de enfermedades que llevan a la muerte de millones de personas en el mundo, especialmente a la población infantil.

La tasa de morbilidad y mortalidad infantil por enfermedades relacionadas con el consumo de agua de baja calidad, entre las que se encuentran la diarrea y el cólera, aún es alta en el país. Según documentos citados por el documento CONPES 3343, de investigaciones adelantadas en el ámbito mundial, las malas aguas generan un impacto negativo en la salud pública que, según cálculos recientes asciende aproximadamente a 1,96 billones de pesos al año, de los cuales el

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

70% corresponde al impacto de la morbilidad y mortalidad por enfermedades diarreicas y el 30% restante al gasto en prevención. (CONPES 3343,2005,). Esta situación es más grave en las zonas rurales y de población dispersa del país. Según cálculos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2002), del 56% de la población rural que tiene alguna forma de abastecimiento de agua, solo el 6% cuenta con agua a la que se le da algún tratamiento para desinfectarla. Esto significa que miles de niños y niñas, especialmente en las zonas rurales del país y en los municipios más pobres, aún enfrentan el riesgo de contraer enfermedades como la diarrea y el cólera, que en muchos de los casos puede llegar a ser mortal. Por esto es muy importante que los municipios del país cuenten con un sistema que permita hacerle seguimiento constante a la calidad del agua que distribuyen a sus habitantes. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2002,)

De acuerdo con este proyecto se pretende determinar la calidad del agua subterránea que abastece a la comunidad de la Vereda el Tablón.

Palabras claves: Calidad, Potable, Subterránea, Agua, Acuífero, Análisis, Físicos, Químicos, Bacteriológicos, Contaminación.

ABSTRACT

Groundwater takes a very important role as an alternative to providing potable water to populations that still do not have water supply services, however since 2000, the plank of this underground well began to be supplied. no type of study or physical or chemical or microbiological analysis of water.

In the present project, the analysis and study of the groundwater that supplies the Vereda el Tablón is sought to know the current status since its main use is for human consumption; it is intended to perform an analysis of results (physical, chemical and biological) to take actions according to laboratory analysis, which contribute to the use of groundwater in a safe manner and that complies with current regulations for human consumption, to meet this objective it is intended to perform physicochemical and bacteriological analyzes on two different dates to verify that there is no type of contaminant and variations in each sampling by following up, interpreting the results, developing solution plans according to the results obtained.

Water suitable for human consumption is a need and a fundamental right of humanity, the lack of access to drinking water is the main cause of diseases that lead to the death of millions of people in the world, especially children.

The rate of morbidity and infant mortality due to diseases related to the consumption of low quality water, among which are diarrhea and cholera, is still high in the country. The bad waters generate a negative impact on public health that according to recent calculations amounts to approximately 1.96 trillion pesos per year, of which 70% corresponds to the impact of morbidity and mortality from diarrheal diseases and the remaining 30% to spending on prevention. This situation is more serious in rural areas and the dispersed population of the country. According to

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

calculations of the Ministry of Environment, Housing and Territorial Development (2002), of the 56% of the rural population that has some form of water supply, only 6% have water to which some treatment is given to disinfect it. This means that thousands of children, especially in rural areas of the country and in the poorest municipalities, still face the risk of diseases such as diarrhea and cholera, which in many cases can be fatal. This is why it is very important that the municipalities of the country have a system that allows them to constantly monitor the quality of the water they distribute to their inhabitants. (Ministry of Environment, Housing and Territorial Development, 2002,)

According to this project, the aim is to determine the quality of the groundwater that supplies the Vereda el Tablón.

Keywords: Quality, Potable, Underground, Water, Aquifer, Analysis, Physical, Chemical, Bacteriological, Pollution.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACION	5
ESTADO DEL ARTE	7
OBJETIVOS	11
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
MARCO REFERENCIAL	12
Enfermedades Transmitidas por el Agua.....	12
MARCO CONCEPTUAL	15
MARCO LEGAL	20
MARCO GEOGRAFICO.....	22
Ubicación Geográfica.....	22
DESARROLLO METODOLOGICO	24
POBLACION Y MUESTRA	30
DIAGNOSTICO GENERAL ACUEDUCTO VEREDAL LA LAGUNA SECTOR EL TABLON	31
ANALISIS ESTADISTICO DEL DIAGNOSTICO	36
ESULTADOS	43
Análisis de Resultados.....	44
ALTERNATIVAS DE SOLUCION	47
PRESUPUESTO.....	52

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

CRONOGRAMA	54
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
FUENTES DE INFORMACION	57
ANEXOS	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica Pozo subterráneo, Tanque de almacenamiento.	21
Figura 2. Esquema General Acueducto Veredal.	31
Figura 3. Esquema Captación (pozo subterráneo)	32
Figura 4. Esquema Tanque de Almacenamiento.....	33
Figura 5. Resultados Número de Personas que Conforman su Núcleo Familiar Vereda la Laguna sector el Tablón.	40
Figura 6. Resultado Encuesta Realizada a la Comunidad de la Vereda la Laguna sector el Tablón Fuentes de Consumo.	40
Figura 7. Capacidad de los Tanques de Almacenamiento Según Encuesta Realizada.	41
Figura 8. Resultados Encuesta Realizada a la Comunidad Limpieza de los Tanques de Almacenamiento.....	41
Figura 9. Resultados Encuesta Realizada a la Comunidad Usos que se le da al agua del acueducto Veredal.	42
Figura 10. Resultados de Laboratorio Vs Decreto 1575 de 2007 y Resolución 2115 de 2007.	45
Figura 11. Resultados de Laboratorio Vs Decreto 1575 de 2007 y Resolución 2115 de 2007	45
Figura 12. Corte Transversal de un Filtro de Cerámica	49
Figura 13. Corte transversal de un Sistema de Filtración Lenta	50
Figura 14. Cronograma General Proyecto Aplicado	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales enfermedades de origen hídrico y agentes responsables	12
Tabla 2. Generalidades marco legal hídrico en Colombia	20
Tabla 3. Georreferenciación pozo subterráneo y tanque principal de almacenamiento acueducto veredal la Laguna sector el Tablón	22
Tabla 4. Resultados encuesta realizada vereda la Laguna sector el Tablón	36
Tabla 5. Resultados análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua	43
Tabla 6. Presupuesto utilizado en viáticos	52
Tabla 7. Presupuesto requerido en materiales y equipos	52
Tabla 8. Presupuesto requerido en análisis de laboratorio análisis fisicoquímicos y bacteriológicos	52
Tabla 9. Análisis general del presupuesto proyecto aplicado	53

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Purga de recipiente-Toma de Muestra para análisis fisicoquímico pozo subterráneo.....	25
Foto 2. Toma de muestra para análisis Microbiológico pozo subterráneo	25
Foto 3. Verificación de preservación en campo pH pozo subterráneo	26
Foto 4. Purga de recipiente y toma de muestra analisis fisicoquimico tanque de almacenamiento	27
Foto 5. Toma de muestra para analisis microbiologico tanque de almacenamiento.....	27
Foto 6. Verificación de preservación en campo pH tanque de almacenamiento	27
Foto 7. Divulgación resultados y alternativas de solución.....	28
Foto 8. Evidencia divulgación vivienda 1	28
Foto 9. Evidencia divulgación vivienda 2	29
Foto 10. Pozo subterráneo	34
Foto 11. Tanque principal de almacenamiento.	34

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Entrevista realizada a la comunidad (El Tablón).....	59
Anexo 2. Informe de resultados Analizar Laboratorio Fisicoquímico LTDA	62
Anexo 3. Divulgación de Resultados a la Comunidad (planilla de asistencia)	66
Anexo 4. Documento Entregado a la Comunidad Sobre Resultados y Alternativas de Solución .	67
Anexo 5. Fotografías Sistema de Aducción y Almacenamiento en Mal Estado.....	68

INTRODUCCIÓN

El agua subterránea es un elemento esencial del ciclo hidrológico y un valioso recurso natural que constituye una de las principales fuentes de agua para la agricultura y para usos domésticos e industriales en todo el mundo. Cerca de la mitad del agua potable del mundo y un 43 % del agua que se consume efectivamente para la irrigación provienen de fuentes subterráneas (Programa Hidrológico Internacional, 2015,).

Durante los últimos años, los habitantes de nuestro país han experimentado de manera directa una de las consecuencias más preocupantes del cambio climático y del calentamiento global, es decir, la disminución en la disponibilidad de agua para el consumo humano y fines agrícolas. De la calidad del agua de consumo que disponen las poblaciones dependen en gran medida la calidad de vida de las mismas, pues el agua insalubre es uno de los diez factores de riesgo que producen mayor carga de morbilidad en el mundo, según estudios de la OMS. Dependiendo de la contaminación que se esté dando el tipo de enfermedades que pudieran ser consecuencia de las mismas varía. En el caso de contaminación microbiológica las enfermedades asociadas son infecciosas, mientras que cuando la contaminación es físico química y por plaguicidas las enfermedades asociadas son de tipo crónico. (Organización Mundial de la Salud, 2004,).

Por esta razón, el fin primordial de este proyecto aplicado es el diagnóstico y evaluación de las condiciones de calidad del agua subterránea que abastece a la comunidad de la Vereda el Tablón Municipio de Santa Rosa de Viterbo(Boyacá) quienes se abastecen directamente de la fuente de agua subterránea sin realizar ningún tipo de tratamiento y posteriormente proponer alternativas de solución que lleven al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y que cumpla con los parámetros normativos de la legislación de calidad del agua potable en Colombia.

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Se mencionaran los resultados obtenidos, la investigación y el trabajo de campo, los parámetros de calidad del agua con base en las pruebas de laboratorio realizadas a muestras recolectadas en distintas áreas, tanto para la época de verano, como invierno; las conclusiones obtenidas luego del análisis y evaluación del agua subterránea se dará a conocer a la población, que compone la vereda el Tablón, los resultados del estudio con el fin de socializarlo, De acuerdo al análisis de laboratorio se proponen guía de alternativas de solución a las problemáticas encontradas.

Gracias a los análisis del agua realizados, en el laboratorio ANALIZAR LABORATORIO FISICOQUIMICO LTDA, el cual se encuentra certificado en Normas ISO 9001:2015 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. De las muestras tomadas en el pozo subterráneo y tanque principal de almacenamiento, se logró observar que existen contaminantes que contribuyen a la afectación de la calidad del agua, allí se encontraron altos niveles de concentración en las variables E-coli y Coliformes Totales por lo que el agua de consumo en la población no es apta para tal fin, de esto parte el objetivo del proyecto para plantear alternativas de solución ajustándolas a las condiciones económicas y técnicas del sector.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El abastecimiento de agua potable en la Vereda el Tablón, así como en gran parte de los acueductos rurales del Municipio de Santa Rosa de Viterbo no cumple con los parámetros normativos que garanticen el suministro de agua como apta y segura para el consumo humano, según el IRCA (Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano), el municipio de Santa Rosa de Viterbo en el área rural presenta un IRCA de 25,80% que corresponde a un nivel de riesgo medio, de acuerdo a los diferentes informes de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano, realizados por el SIVICAP (Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano) organismo adscrito al Instituto Nacional de Salud especializado en el tema (Instituto Nacional de Salud, 2017).

La Población de la Vereda el Tablón del Municipio de Santa Rosa de Viterbo en la actualidad no cuenta con el servicio de agua potable convencional debido a su ubicación, la cual se encuentra en un área rural alejada del acueducto principal del municipio, el abastecimiento y suministro del líquido para la comunidad está dado por un pozo subterráneo en el cual se acumula el fluido por filtración del suelo que ha emergido gracias a sus características físicas y biológicas, es así como ingresa una cantidad aproximada de 5 metros cúbicos por día; una vez el nivel de este reservorio llega a su capacidad total, el líquido es conducido por un sistema de bombeo básico hasta un tanque de almacenamiento de mayor capacidad 24.5 metros cúbicos aproximadamente, ubicado en la parte superior de la montaña, en donde una vez se ha completado la capacidad total de éste, es distribuida el agua por gravedad a las casas que se abastecen de este acueducto veredal.

Las estructuras de captación y aducción se encuentran de forma rudimentaria con el apoyo de una bomba eléctrica y tubería en PVC hasta un tanque que cumple la función de reservorio en el

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

punto más alto de la vereda y desde allí se distribuye a cada casa por gravedad, adicional a esto la disposición final de las aguas residuales de cada una de las viviendas se da mediante pozos sépticos con filtración al subsuelo por no contar la población con servicio de alcantarillado y por su cercanía al pozo subterráneo lo hace susceptible a una posible contaminación por aguas residuales.

En la actualidad la población de la vereda se ve expuesta ante la impotabilidad del líquido, por tal motivo se hace necesario realizar el análisis y evaluación de la potabilidad del agua que abastece a un aproximado de 100 personas y así determinar si es apta o no para su uso y consumo permitiendo mejorar las condiciones de salud y vida de la población, y, a su vez dar cumplimiento a las normas de salubridad actuales.

JUSTIFICACIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para el 2010 se estimaba que 1,5 millones de niños menores de 5 años fallecieron por causa de enfermedades relacionadas con la ingesta de agua no apta para su consumo (ONU, 2010), además de reportar la muerte de 3900 niños al día debido al consumo de agua sucia, higiene deficiente y carencia de servicios básico de saneamiento (ONU, 2007).

Para el año 2002, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial concluía que del 56% de la población rural que tiene alguna forma de abastecimiento de agua, solo el 6% contaba con agua a la que se le da algún tipo de tratamiento (UNICEF & Procuraduría General de la Nación, 2006).

En la actualidad los habitantes de la Vereda el Tablón tienen una serie de inconvenientes en su red de agua para consumo, dentro de los cuales cabe resaltar los siguientes.

- El suministro de agua potable no segura, debido a que no existen estudios y/o análisis del líquido posteriores que la determinen como apta para el consumo humano.
- No se cuenta con un sistema de tratamiento de agua convencional ya que este no cuenta hasta el momento con ningún apoyo municipal.
- Redes de distribución y suministro en malas condiciones debido a que este lleva 10 años desde que se fundó y no se han hecho mayores intervenciones.

Por esto es de vital importancia establecer si el agua subterránea que se utiliza para el suministro de la población y para su consumo es potable o no. De acuerdo al Decreto 1541 de 1978 en el cual se establece las normas relacionadas con el recurso hídrico frente a su dominio, categorización, conservación, restricciones, limitaciones, aprovechamiento, y uso; convirtiéndose en una norma destinada exclusivamente a la administración del agua en Colombia y la

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Resolución 2115 del 2007 y Decreto 1575 del 2007 que establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana por su consumo, esto aplica para agua cruda o tratada en todo el territorio nacional.

Se busca entonces que este proyecto diagnostique la condición actual del agua y establecer los estudios, análisis y parámetros a implementar para que la calidad del agua sea apta para el consumo de la población que se surte de esta fuente, teniendo en cuenta la falta de recursos económicos, tecnológicos y operativos. Finalmente, la importancia de conocer el estado actual del agua llevando acabo análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados al acueducto veredal el Tablón radica en la posibilidad de implementar un método económico, exequible y de fácil aplicación por cualquier persona de la comunidad y de esta manera eliminar organismos patógenos en el agua evitando enfermedades de origen hídrico, así mismo contribuye a mejorar la calidad de vida de sus suscriptores.

ESTADO DEL ARTE

Según investigaciones realizadas por UNICEF COLOMBIA La tasa de morbilidad y mortalidad infantil por enfermedades relacionadas con el consumo de agua de baja calidad, entre las que se encuentran la diarrea y el cólera, aún es alta en el país. Las malas aguas generan un impacto negativo en la salud pública que según cálculos recientes asciende aproximadamente a 1,96 billones de pesos al año, de los cuales el 70% corresponde al impacto de la morbilidad y mortalidad por enfermedades diarreicas y el 30% restante al gasto en prevención. Esta situación es más grave en las zonas rurales y de población dispersa del país. Según cálculos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2002),

La importancia integral del agua subterránea se puede deducir al observar las estadísticas sobre la disponibilidad de los recursos hídricos, las cuales señalan que el 75% del planeta está cubierto por agua, de la cual el 97.5% se encuentra en los océanos. Del 2.5% del agua fresca restante, más del 70% no está disponible para consumo humano debido a que se encuentra en forma de glaciares, nieve o hielo, un 0.3% se encuentra en lagos, ríos, humedad del suelo y, el 29.7% corresponde al agua subterránea, por lo que éstas se consideran las mayores reservas de agua dulce disponible del planeta. Las aguas subterráneas son la mayor reserva de agua potable existente en las regiones habitadas por los seres humanos, representan más del 95% del total de las aguas dulces de todos los continentes e islas y son esenciales para mantener el caudal de base de muchos ríos y la humedad del suelo en las riberas y áreas bajas de las cuencas. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014),

Investigaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre las enfermedades transmitidas por el agua de consumo humano, muestran que la contaminación del recurso hídrico en comunidades vulnerables presenta problemas de contaminación no solamente

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

en el abastecimiento de fuentes insalubres, sino también en prácticas de transporte y almacenamiento inseguros al quedar expuestas a contaminación bacteriana y provocar enfermedades diarreicas en sus consumidores (OMS, 2007).

Por su localización geográfica, su orografía y una gran variedad de regímenes climáticos, Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo. Sin embargo, cuando se considera en detalle que la población y las actividades socioeconómicas se ubican en regiones con baja oferta hídrica, que existen necesidades hídricas insatisfechas de los ecosistemas y que cada vez es mayor el número de impactos de origen antrópico sobre el agua, se concluye que la disponibilidad del recurso es cada vez menor (Ministerio de Ambiente vivienda y desarrollo territorial, 2010., p. 19)

El análisis de la calidad de los cuerpos de agua subterráneo es de vital importancia debido a que por su origen estas aguas pueden generar problemas a los suelos o procesos, pero también puede traer beneficios debido a su composición mineral la cual varía dependiendo de las condiciones climáticas, geológicas y del área aferente al pozo. La evaluación y clasificación del agua de cada pozo es muy importante debido a que nos da un panorama de los posibles usos, afectaciones y ventajas.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, formuló y adoptó en marzo de 2010, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico- PNGIRH, dando cumplimiento al Plan Nacional de Desarrollo 2006 - 2010, que incorporó en el capítulo: Una Gestión Ambiental y del Riesgo que Promueva el Desarrollo Sostenible, como una de sus líneas de acción, la denominada: gestión integral del recurso hídrico. Este componente planteaba el reto de garantizar la sostenibilidad del recurso, entendiendo que su gestión se deriva del ciclo hidrológico que vincula una cadena de

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

interrelaciones entre diferentes componentes naturales y antrópicos. En consecuencia, se requería abordar el manejo del agua como una estrategia de carácter nacional desde una perspectiva ambiental e integral que recogiera la diversidad regional y las potencialidades de la participación de actores sociales e institucionales.

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM, 2010, la demanda de agua en Colombia es generada principalmente para los siguientes usos: agrícola, doméstico, industrial, pecuario y servicios; el mayor porcentaje corresponde al agrícola con el 54%, le sigue con el 29% el doméstico y con el 13% el industrial, en menor escala el pecuario y el de servicios con porcentajes del 3%, y 1% respectivamente. De otro lado, resulta relevante proteger este recurso como fuente de abastecimiento de agua potable para asentamientos humanos, teniendo en cuenta que, de acuerdo con el documento en edición del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014, aproximadamente 106 municipios dependen parcial o exclusivamente de este recurso para su abastecimiento.

Acorde con lo anterior, durante el 2012 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en conjunto con el IDEAM, y mediante el acompañamiento de un Comité Técnico Nacional (Ministerios, Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), universidades, empresas privadas y la Asociación Colombiana de Hidrogeólogos), formuló el Programa Nacional de Aguas Subterráneas-PNASUB, en el cual se plantean las acciones y estrategias en los niveles nacional y regional para la gestión y evaluación integrada de las aguas subterráneas en Colombia. Estas acciones y estrategias están enmarcadas en los siguientes ejes temáticos: conocimiento e investigación; fortalecimiento institucional; sistema de información en hidrogeología y; manejo y aprovechamiento, las cuales serán implementadas por las entidades del Sistema Nacional Ambiental -SINA.

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

La exploración de agua subterránea en el país se inicia a partir del año 1950, con el fin de plantear soluciones de abastecimiento de agua potable en algunas poblaciones del país, los principales trabajos se llevaron a cabo en los departamentos de Valle del Cauca, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Huila, Córdoba y Antioquia.

En los años 60, se continuó con los estudios en algunas poblaciones de los departamentos de Tolima, Bolívar, Santander y Caldas, así como otros complementarios en Boyacá y Valle del Cauca. (Villamizar. E., Ministerio Medio Ambiente 2009).

En la década de los 70 y 80, mediante convenios y contratos de cooperación técnica internacional entre los gobiernos de Holanda y Colombia, se empezaron a realizar estudios sistemáticos de carácter regional. En los 70, se llevó a cabo la exploración en el Departamento del Valle del Cauca, en el Valle Medio del Magdalena y en la zona noroccidental de la Sabana de Bogotá; y en los años 80, se realizó la exploración en Cúcuta, en los Valles de Ubaté y Chiquinquirá, en la Media y Alta Guajira, en los departamentos de Atlántico y Bolívar, en el noreste de Urabá y en la Isla de Mompós.

A través de convenios interinstitucionales se adelantaron estudios hidrogeológicos en algunos municipios de Boyacá, Cundinamarca y Tolima y adicionalmente, se llevaron a cabo estudios locales para perforar pozos de abastecimiento en los departamentos de Córdoba, Magdalena, Guajira y Bolívar.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnostico al agua subterránea que abastece la población de la vereda el Tablón Municipio de Santa Rosa de Viterbo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar análisis físicos, químicos y bacteriológicos para determinar la existencia de las variaciones en la calidad del agua reconociendo los parámetros de agua potable para consumo humano.
- Proponer alternativas de solución al sistema de abastecimiento de agua para la vereda el Tablón.
- Efectuar socialización del estudio y alternativas de solución a los usuarios de la Vereda el Tablón del Municipio Santa Rosa de Viterbo.

MARCO REFERENCIAL

Enfermedades transmitidas por el agua.

La relación agua- salud tiene una gran importancia y fuerte dimensión local, afectando a alrededor de 1.1billones de personas que carecen de acceso a fuentes de agua potable mejoradas, y unos 2.4 billones de personas con falta de saneamiento adecuado. Hoy en día y tras mucha investigación, tenemos gran evidencia sobre el agua-, saneamiento e higiene- y enfermedades que traen como consecuencia la muerte de unos 2, 213,000 muertes anualmente y una pérdida anual de 82, 196,000 -año de adecuada calidad de vida. Capacity Adjusted Life Years (DALYs) (R.Bos, Dec.2004).

.Lantagne (2001) cita un reporte de la OMS en el que se mencionan la contaminación por heces fecales, escases de agua, reducción de las condiciones sanitarias, aseo personal y habitud de organismos huéspedes intermedios (parásitos); como las formas de transmisión de enfermedades de origen hídrico más significativas en el mundo.

Tabla 1.

Principales enfermedades de origen hídrico y agentes responsables.

Enfermedades	Agentes
Origen Bacteriano	
Fiebres tifoideas y paratifoideas	Salmonella typhi
	Salmonella paratiphy A y B
Desinteria basilar	Shigella Sp.
Cólera	Vibrio cholerea

Gastroenteritis aguda y diarreica	Echerichia coli enterotoxinógena
	Campyloacter
	Yersina enterocolitica
	Salmonella Sp.
	Shigella

Origen Vírico

Hepatitis A y E	Virus hepatitis A y E
Poliomielitis	Virus de la polio
Gastroenteritis agudas y diarreicas	Virus norwak
	Rotavirus
	Enterovirus
	Adeno virus, etc.

Origen Parasitario

Desintería amebiana	Entamoeba histolytica
Gastroenteritis	Giardia lambia
	Crystoporidium

Las enfermedades de origen hídrico han generado un impacto importante en América Latina y el Caribe, los riesgos epidemiológicos relacionados con el consumo de agua contaminada por gérmenes, como son los del cólera, las fiebres tifoideas o la hepatitis vírica; así como la existencia de otras enfermedades de origen hídrico resultantes de la contaminación microbiológica de las aguas de consumo humano causan un gran impacto en la población. Por ejemplo, en 1991 surgió una epidemia de cólera que se extendió a 21 países, ocasionando 1'207,000 casos hasta 1997. (CIDBIMENA, s.f.)

MARCO CONCEPTUAL

Agua subterránea

El agua subterránea es agua que se filtra a través de grietas y poros de las rocas y sedimentos que yacen debajo de la superficie de la tierra, acumulándose en las capas arenosas o rocas porosas del subsuelo. El agua se almacena y mueve en las formaciones geológicas que tienen poros o vacíos. (Instituto Colombiano de Geología y Minería. 2011).

El agua subterránea en muchos casos es la única fuente para consumo humano, las actividades humanas como la minería y agricultura han aumentado en forma considerable la descarga de partículas, elementos y compuestos químicos sobre los recursos hídricos, entre estos las aguas subterráneas. La contaminación de aguas subterráneas ocurre cuando el manejo de los contaminantes, líquidos, sólidos generados en procesos industriales, mineros o agrícolas, no se controla adecuadamente y excede la capacidad que tiene el suelo de atenuar sus efectos. (Foster, 2002,)

Ciclo hidrológico

Es el mecanismo global que hace posible la transferencia de agua desde los océanos a la superficie y desde la superficie, o subsuperficie al subsuelo y a la atmósfera que envuelve nuestro planeta. Las principales variables naturales de los procesos del ciclo hidrológico son: precipitación, infiltración, escorrentía, evaporación y transpiración (*Imagen 5*). Las actividades humanas (Asentamientos, industria y desarrollos agrícolas) pueden alterar los componentes del ciclo natural mediante afectaciones del uso del suelo y a través de la utilización, reutilización y vertido de residuos en los recorridos naturales de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (UNESCO, 2006).

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Resolución 2115 del 2007 y Decreto 1575 del 2007 establecen el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana por su consumo, esto aplica para agua cruda o tratada en todo el territorio nacional.

Características del agua para su consumo

Se refiere a las características físicas, químicas y microbiológicas que pueden afectar la calidad del agua afectando la salud humana así como también los criterios y límites máximos permisibles que debe cumplir el agua para su consumo.

Características Físicas

El agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos permisibles para las características físicas que se presentan a continuación.

Conductividad

El valor máximo aceptable para la conductividad puede ser hasta 100 micro siemens/cm, este valor podrá ajustarse según los promedios habituales.

Potencial de Hidrogeno pH

El valor para el potencial de hidrogeno del agua para consumo humano, deberá estar entre 6,5 y 9,0. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

Características Químicas de Sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana.

Las características químicas del agua para consumo humano de los elementos compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias que al sobrepasar los valores máximos aceptables tienen reconocido efecto adverso en la salud humana. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

Características Químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana.

Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana se muestran a continuación.

Características Microbiológicas

Las características microbiológicas del agua para consumo humano deben enmarcarse dentro de los siguientes valores máximos aceptables desde el punto de vista microbiológico, los cuales son establecidos teniendo en cuenta los límites de confianza del 95%. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

Para tener un panorama claro de lo que pretende el proyecto se adoptan los siguientes conceptos:

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*. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

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. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

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. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

Coliformes: Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

presentan actividad enzimática de la β galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

Color aparente: Es el color que presenta el agua en el momento de su recolección sin haber pasado por un filtro de 0.45 micras. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

Escherichia coli - E-coli: Bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la β galactosidasa y β glucoronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

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. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

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. (Resolución 2115 de 2007 Art 1.)

MARCO LEGAL

Marco regulatorio para el recurso hídrico y la calidad del agua en Colombia, Decreto único reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 de 2015, en el cual se compendian y reglamentan las normas, instrumentos, mecanismos, programas, estrategias y demás medidas para la planificación del recurso agua, establecido en el código Nacional de Recursos Naturales Renovables, Decreto ley 2811 de 1974, y la ley general del Medio Ambiente, Decreto 99 de 1993.

De acuerdo al Decreto 1541 de 1978 en el cual se establece las normas relacionadas con el recurso hídrico frente a su dominio, categorización, conservación, restricciones, limitaciones, aprovechamiento, y uso; convirtiéndose en una norma destinada exclusivamente a la administración del agua en Colombia y la Resolución 2115 del 2007 y Decreto 1575 del 2007 que establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana por su consumo, esto aplica para agua cruda o tratada en todo el territorio Nacional.

Tabla 2.

Generalidades Marco Legal Recurso Hídrico en Colombia.

Normativa	Descripción
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Decreto ley 2811 de 1974	Código nacional de recursos naturales renovables y de protección del medio ambiente. Regula su protección y aprovechamiento.
Decreto 1541 de 1987	Establece las normas relacionadas con el recurso hídrico frente a su dominio, categorización, conservación, restricciones, limitaciones, aprovechamiento, y uso.
Decreto 1575 de 2007	Establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana por su consumo.
Resolución 2115 de 2007	Establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana por su consumo.
Resolución 1096 de 2000	Por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS.

Fuente: Autor.

MARCO GEOGRAFICO

El clima de Santa Rosa de Viterbo Boyacá en general es cálido y templado, tiene una cantidad significativa de lluvias durante el año, su temperatura media anual es de 12.9 °C, alrededor de la zona de captación de agua se desarrollan actividades agropecuarias, como cultivos, producción pecuaria, ganadería como principal actividad económica de la región.

Ubicación geográfica

El acueducto Veredal la Laguna se encuentra ubicado en la Vereda el Tablón, Municipio de Santa Rosa de Viterbo Boyacá (Colombia), el pozo de agua subterránea (figura 1) se encuentra en la parte baja donde es captada el agua y posteriormente bombeada al tanque de almacenamiento para luego ser distribuida por gravedad a cada uno de los suscriptores, la captación de agua y la línea de aducción de las fuentes de abastecimiento se encuentran expuestas al desarrollo de actividad agropecuarias, evidenciando puntos de contaminación fisicoquímico y microbiológico por el ingreso de material externo hacia el agua captada.



Figura 1. Ubicación geográfica Pozo subterráneo, Tanque de almacenamiento.

Fuente: Google Earth, modificado por autor.

Tabla 3.

Georreferenciación pozo subterráneo y tanque de almacenamiento acueducto Veredal la Laguna Sector el Tablón.

Descripción	Latitud	Longitud
Punto de captación	5°49'50"N	73°00'36.6"W
Tanque de almacenamiento	5°49'40.3"N	73°00'26.6"W

Fuente: Autor

DESARROLLO METODOLOGICO

La metodología del proyecto aplicado contempló la puesta en marcha de tres fases para alcanzar los objetivos formulados en el proyecto. La descripción de cada una de estas se presentan a continuación:

1° Fase: en la cual se realizó trabajo de campo en donde se efectuaron entrevistas escritas a 12 familias usuarias del Acueducto para un total de 36 personas que las conforman, de las cuales se pudo determinar las condiciones de almacenamiento, tratamiento y uso, se pudo visualizar el estado regular de aducción y conducción las cuales se encuentran expuestas al desarrollo de actividades agropecuarias mostrando un punto de contaminación fisicoquímico y bacteriológico por el ingreso de material externo, esta fase también involucra estudio de antecedentes, recursos documentales, obtención de información de la zona de estudio dentro de un contexto geográfico económico y socio ambiental.

2° Fase: donde se llevó a cabo la etapa de campo en donde se realizó la primera recolección de la muestra en el pozo subterráneo en época de invierno, recolectando una alícuota del agua en bolsa tipo Whirl Pak. Para análisis Microbiológico. La recolección de muestra para variable fisicoquímica fue tomada en recipiente plástico estéril, realizando las respectivas purgas al recipiente, con agua de la muestra en tres ocasiones. A continuación, fueron reservadas en nevera de icopor con refrigerante para mantener la temperatura ideal durante el transporte, se lleva a cabo la cadena de custodia de toma y recepción de muestras de agua según la reglamentación vigente para su caracterización en el laboratorio ANALIZAR LABORATORIO FISICOQUIMICO LTDA, Ubicado en la Ciudad de Duitama (Boyacá) el cual se encuentra certificado en Normas ISO 9001:2015 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM.

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Se planifico la toma de 2 muestras simples, la primera mencionada anteriormente y la segunda en el tanque de almacenamiento esta muestra se realizó en época de verano con el fin de establecer si existen variaciones en la calidad del agua de cada muestra, siguiendo así mismo los protocolos de toma de muestra y materiales utilizados mencionados posteriormente en la primera toma.

La toma de las respectivas muestras fueron recolectadas por el solicitante (Natalia Cárdenas), la metodología que se utilizó para la toma de las muestras y todo lo relacionado se realizó con base en La “**Guía para monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas**” del IDEAM el cual contiene los elementos básicos que se deben tener en cuenta para el establecimiento y realización de programas de monitoreo y calidad del agua, también contiene a manera indicativa los factores y criterios que se deben tener en cuenta para la selección de los sitios de muestreo, presentan información relacionada con los tipos de muestreo y de muestras; el alistamiento de equipos y materiales, en aspectos relacionados con la limpieza de los recipientes y equipos de muestreo, el alistamiento y transporte de envases, protección personal; finalmente el envío y entrega de las muestras al laboratorio; así mismo la NTC 5667-2 **Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas generales de muestreo**. Esta norma constituye una guía sobre técnicas de muestreo utilizadas con el fin de obtener los datos necesarios para hacer análisis con propósito de control y caracterización de la calidad del agua e identificación de fuentes contaminantes; de acuerdo a esto y siguiendo los lineamientos establecidos se llevó a cabo la toma de las muestras.

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Toma de muestras Pozo Subterráneo.



Foto 1. Purga de recipiente-Toma de Muestra para análisis fisicoquímico.

Fuente: Autor.



Foto 2. Toma de muestra para análisis Microbiológico.

Fuente: Autor.



Foto 3. Verificación de preservación en campo Ph.

Fuente: Autor.

Toma de muestras tanque principal de almacenamiento.



Foto 4. Purga de recipiente y toma de muestra analisis fisicoquimico.

Fuente: Autor.



Foto 5. Toma de muestra para analisis microbiologico.

Fuente: Autor.



Foto 6. Verificación de preservación en campo pH.

Fuente: Autor.

3° Fase: En la fase final y cumpliendo con los objetivos del proyecto aplicado se proponen alternativas de solución ajustándolas a las condiciones técnicas, sociales, económicas y ambientales del sector, posteriormente se realiza la socialización de los resultados del estudio realizado y sus alternativas de solución propuestas; la divulgación se efectúa vivienda por vivienda dejando evidencia en una planilla de asistencia y por medio de un documento donde se plasma la información básica y crítica de los análisis junto con las alternativas de solución (ver

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

anexo 4) y sus recomendaciones; este documento le es entregado a la persona que en su momento se encontraban en la vivienda para que tenga de primera mano dicha información y sea de su interés con el fin de motivar e incentivar a la comunidad al mejoramiento del agua para su consumo. (ver anexo 3).



Foto 7. Divulgación resultados y alternativas de solución.

Fuente: Autor.



Foto 8. Evidencia divulgación vivienda 1.

Fuente: Autor.



Foto 9. Evidencia divulgación vivienda 2.

Fuente: Autor.

POBLACION Y MUESTRA

La población que se tuvo en cuenta en la metodología del proyecto aplicado, y la cual es objeto de estudio para datos estadísticos con el fin de determinar las condiciones iniciales y actuales, está conformada por los usuarios del acueducto veredal de la Laguna sector el Tablón, actualmente 34 usuarios; de los cuales se toma como muestra 12 de ellos para ser encuestados por medio de una serie de preguntas escritas relacionadas con el objeto de estudio, en este caso el acueducto y sus elementos constitutivos así como también lo relacionado a afecciones a la salud por parte del agua de suministro actual.

Las doce viviendas encuestadas suman un total de 36 personas entre adultos mayores, adultos y niños.

Es de esta información que se dan los resultados estadísticos de las condiciones actuales en los puntos de suministro para la toma de decisiones y el planteamiento de alternativas de solución.

DIAGNOSTICO GENERAL ACUEDUCTO VEREDAL LA LAGUNA SECTOR EL TABLON

Esquema General Acueducto Veredal la Laguna Sector el Tablón.

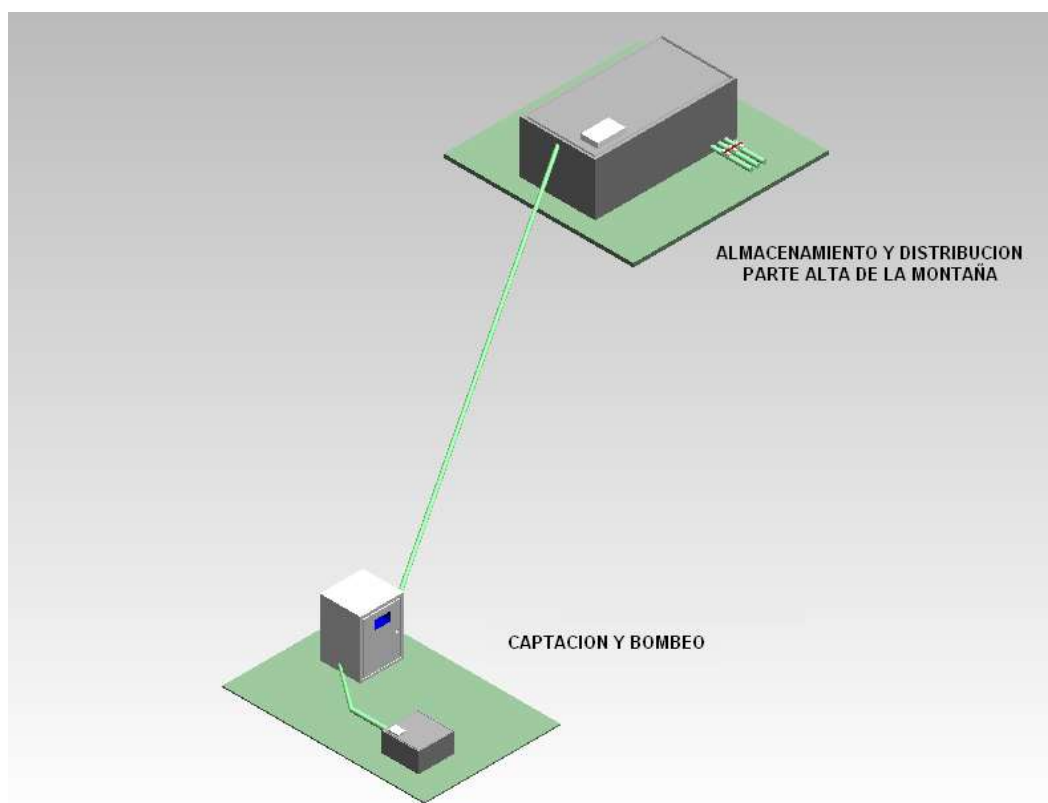


Figura 2. Esquema general del acueducto.

Fuente: Autor.

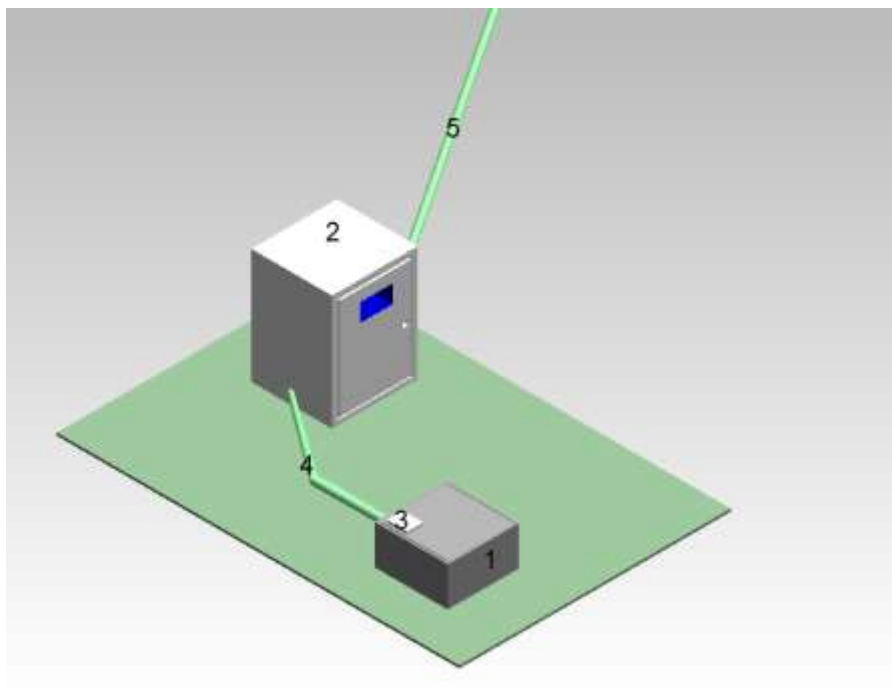


Figura 3. Esquema de captación (pozo subterráneo).

Fuente: Autor.

1. Captación- Tanque revestido en ladrillo y cemento.
2. Cuarto de Motobomba 15 Hp y sistema eléctrico.
3. Tapa tanque captación.
4. Tubería de succión PVC.
5. Tubería de salida en PVC hacia tanque principal de almacenamiento.

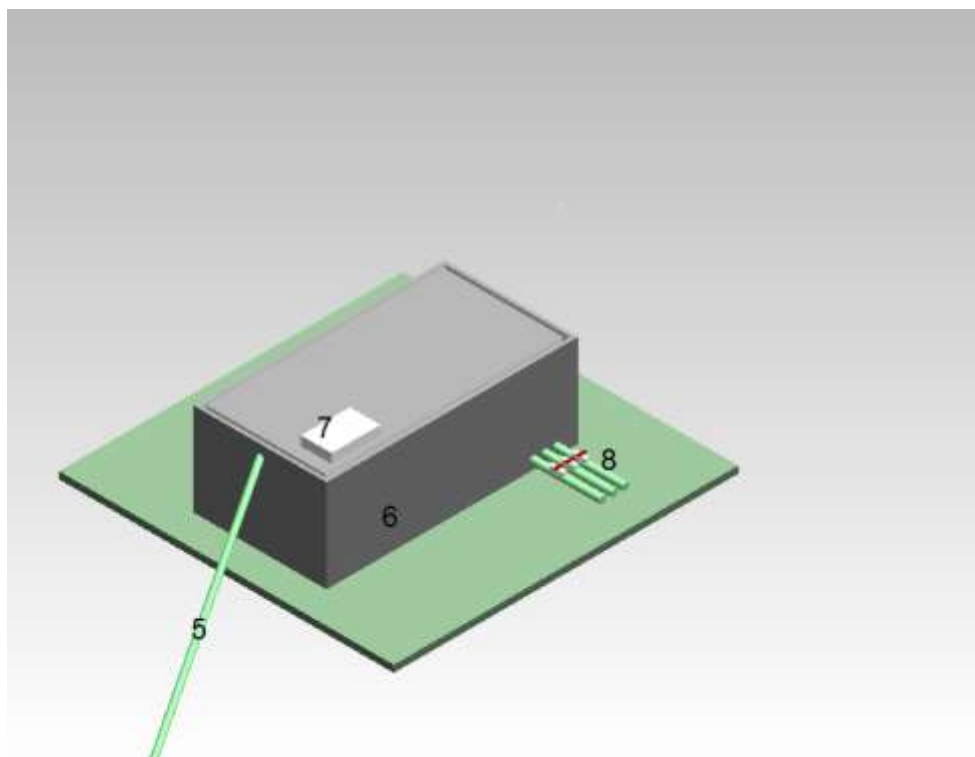


Figura 4. Esquema tanque de almacenamiento.

Fuente: Autor.

5. Tubería de llegada en PVC desde captación a tanque de almacenamiento.

6. Tanque de almacenamiento.

7. Tapa Tanque de almacenamiento.

8. Válvulas apertura y tubería de distribución por gravedad hacia las viviendas.

Debido a que se trata de un sistema de almacenamiento y abastecimiento rudimentario no cuenta con ningún tipo de tratamiento, ni estudios fisicoquímicos y/o microbiológicos posteriores que determinen la calidad de esta agua.

La asociación de usuarios del acueducto de la Vereda Laguna sector el Tablón, es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, con fin solidario y no comercial, organizada bajo las

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

leyes Colombianas, regidos por ellas y legalmente constituida en la Cámara de Comercio de Santa Rosa de Viterbo desde el año 1998; integrada por las personas naturales residentes en su territorio, quienes además de esto se encargan de la distribución y operación del sistema de agua subterránea a sus habitantes, esta organización recibe aportes materiales y económicos de sus suscriptores usuarios, para facilitar las labores de mantenimiento y adecuaciones del acueducto.

La red de acueducto tiene 34 conexiones a la red de distribución principal que reciben el recurso hídrico cada tercer día durante dos horas; el acueducto veredal no cuenta con medición ni micro medición, por cuanto en cada punto de entrega no se tienen instrumentos de medición de volúmenes consumidos (contadores), el cobro del servicio tiene una tarifa única para todos los suscriptores sin tener en cuenta el consumo de cada uno.

La infraestructura de captación, conducción, almacenamiento y distribución se encuentra en condiciones técnicas, estructurales y sanitarias fuera de los estándares y cumplimiento de las normas hidrosanitarias, además de tener más de 10 años de construida, las redes de conducción son las mismas para uso agropecuario y domésticos; de acuerdo con la información recibida del representante de la junta a esta agua no se le realiza ningún tipo de tratamiento que permita mejorar sus condiciones fisicoquímicas y microbiológicas, para entregar agua segura y apta para su consumo de acuerdo con la reglamentación vigente.

El agua del acueducto veredal es captada de un pozo subterráneo y posteriormente bombeada por una motobomba de 15 HP. Con un caudal de $8 \text{ m}^3/\text{h}$ y transportada por una tubería de 3" a 442 metros aproximadamente donde se encuentra el tanque de almacenamiento en la parte más alta de la montaña, para posteriormente, una vez completado el nivel de este tanque, realizar la distribución por gravedad del agua cruda hacia las viviendas de los usuarios, la acometida de entrada de cada vivienda está en tubería de PVC de $\frac{1}{2}$ ".

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

De acuerdo con la encuesta realizada se puede evidenciar que el 6% de las viviendas cuenta con tanques de polietileno y 11% tiene tanques de cemento con una capacidades aproximadas de 2000 Lts, así mismo las tuberías por dónde llega el líquido a las viviendas son estándar de PVC de ½".



Foto 10. Pozo Subterráneo.

Fuente: Autor.



Foto 2. Tanque principal de almacenamiento.

Fuente: Autor.

ANALISIS ESTADISTICO DEL DIAGNOSTICOTabla 4. *Resultados Encuesta Realizada Vereda la Laguna Sector el Tablón.*

ENCUESTA REALIZADA BENEFICIARIOS ACUEDUCTO VEREDAL LA LAGUNA SECTOR EL TABLON		
PREGUNTA	TOTAL	
NUMERO DE PERSONAS QUE CONFORMAN SU NUCLEO FAMILIAR?		
NIÑOS	8	
ADULTOS MAYORES	17	
ADULTOS	11	
DE DONDE PROVIENE LA FUENTE DE AGUA PARA SU CONSUMO?		
RIO	0	
ACUEDUCTO Y ALJIBE(CADA CASA)	1	
AGUA LLUVIA Y ACUEDUCTO	6	
ACUEDUCTO VEREDAL	5	
EN QUE MATERIAL ESTA FABRICADO SU TANQUE DE ALMACENAMIENTO?		
NO TIENE CONOCIMIENTO	0	
POLIETILENO	2	
CEMENTO	4	
PLASTICO Y CEMENTO	6	
OTRO	0	
QUE CAPACIDAD TIENEN TIENE SUS TANQUES DE ALMACENAMIENTO?		
1000 Lts	1	
2000Lts	8	
4000Lts	2	
500 Y 1000 Lta	1	
REALIZA LIMPIEZA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO?		
SI	11	
NO	1	
CADA CUANTO REALIZA LIMPIEZA A SUS TANQUES DE ALMACENAMIENTO?		
SEMANALMENTE	1	
MENSULMENTE	3	
CADA TRES MESES	1	
CADA SEIS MESES	3	
CADA AÑO	4	
PARA EL LAVADO DE SUS TANQUES USA ALGUN DESINFECTANTE?		
Si	0	
No	12	
CONOCE EL TRATAMIENTO QUE SE LE REALIZA AL AGUA DEL ACUEDUCTO VEREDAL?		
Si	0	
No	12	

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

REALIZA ALGUN TRATAMIENTO AL AGUA QUE ALMACENA EN SUS TANQUES?	
Si	3
No	9
DE QUE FORMA PURIFICA USTED EL AGUA PARA SU CONSUMO?	
Hirviéndola	9
Adicionando cloro	2
Filtros	1
QUE USOS LE DA A ESTA AGUA?	
CONSUMO HUMANO	8
AGRICOLA Y CONSUMO HUMANO	3
CONSUMO HUMANO Y ANIMAL	1
CON QUE FRECUENCIA RECIBE AGUA DEL ACUEDUCTO VEREDAL?	
NO SABE	1
1 A 2 DÍAS	5
3 A 4 DÍAS	6
5 A 8 DÍAS	0
Mayor a una semana	0
EL AGUA QUE USTED CONSUME LE HA CAUSADO ALGUN TIPO DE ENFERMEDAD?	
Si	9
No	3
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA INDIQUE CUAL?	
Hepatitis A	0
Diarrea	9
Cólera	0
Otro	0
ESTA DE ACUERDO EN QUE SE REALICEN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA CONOCER EL ESTADO ACTUAL DEL AGUA DEL ACUEDUCTO?	
Si	11
No	1
ESTA DE ACUERDO EN QUE SE REALICE ALGUN TIPO DE TRATAMIENTO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA?	
Si	11
No	1

Con la recolección de información documental y trabajo de campo, se adelantó un diagnóstico general del acueducto, fuentes abastecedoras, información de la población, hábitos de consumo del agua, limpieza etc. Se realizó un muestreo efectuando encuestas escritas a 12 familias

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

usuarias del acueducto para un total de 36 personas que las conforman, con el fin de tener mayor y más claridad en la información.

Los resultados de la encuesta dan evidencia de que el 31% de la población corresponde a adultos, el 22 % corresponde a niños menores y el 47% corresponde a adultos mayores, siendo estos últimos los alto riesgo, al ser más susceptibles de padecer episodios repetitivos de diarrea y otras enfermedades asociadas a la mala calidad del agua poniendo en riesgo su salud (Figura 5); el 50% de la población encuestada tiene como suministro principal el acueducto veredal, así también el 42% tiene las dos fuentes de suministro, el acueducto y agua lluvia, solo el 8% cuenta con un aljibe para su suministro (Figura 6); en relación al material de los tanques de almacenamiento que usan los encuestados; el 17% usa tanques de polietileno, el 33% actualmente usa tanques en cemento, lo cual incrementa el riesgo de acumulación de agentes patógenos, por el tipo de material, que pueden contaminar el agua y ser gran potencial de causa de enfermedades, el restante 50% almacena su agua en tanques de cemento y de polietileno.

El volumen de acumulación de agua por vivienda es en promedio de 2000 litros, lo cual representa una gran cantidad que debería ser tratada, ya que los cambios de temperatura en esta zona durante el día y la noche hacen más probable que se den las condiciones para la proliferación de microorganismos en el agua causantes de enfermedades, adicional a esto las frecuencias de limpieza de los tanques de almacenamiento suman un problema más, debido a que gran parte de la población realiza limpieza de sus tanques con una frecuencia superior a 6 meses, tiempo bastante prolongado para que la acumulación de agentes patógenos se incremente (Figura 7 y 8).

Aun cuando las frecuencias de lavado de los tanques de almacenamiento de agua de las viviendas del sector son muy prolongadas, es de agregar que el 92% de la población no utiliza

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

algún producto desinfectante durante el lavado de su reservorio de agua, por lo cual la calidad del lavado de estos se puede ver disminuida; así también el total de la población encuestada desconoce si al agua de su consumo se le realiza un tratamiento de purificación antes de ser distribuida al sector. El 83% de la población no realiza tratamiento alguno in situ al agua almacenada, mientras que el 17% de los encuestados si realizan alguna clase de tratamiento a esta agua.

El uso general del agua del acueducto veredal es para consumo humano, 67% de las familias encuestadas la usan para este fin de acuerdo con lo establecido por la Junta del acueducto veredal, sin embargo, al no contar con más fuentes hídricas cercanas el 25% de las familias encuestadas la utilizan para uso agrícola y un 8% para consumo animal (Figura 9.).

Se pudo evidenciar gracias a las encuestas realizadas que el 67% de la población afirma que en algún momento el consumo de agua le ha causado algún tipo de enfermedad, mientras que el 33% restante asegura que nunca ha tenido ningún tipo de enfermedad relacionada con el agua, el consumo de agua no tratado o cruda puede causar enfermedades como la diarrea siendo esta la más común, teniendo en cuenta la entrevista realizada a la población de la laguna vereda El Tablón el 67% de la población encuestado alguna vez ha sufrido de esta enfermedad lo cual indica que el agua no es totalmente segura.

Finalmente, respecto a las preguntas si está de acuerdo en que se realice pruebas de laboratorio para conocer el estado actual del agua que consumen el 92% de los usuarios del acueducto veredal ya que en 10 años desde que se fundó a este no se le han realizado ningún tipo de pruebas para determinarlo; de igual forma en que se realice el tratamiento correspondiente de ser necesario, sin embargo, el 8% restante no ve necesario hacer ningún tipo de cambio en el acueducto.

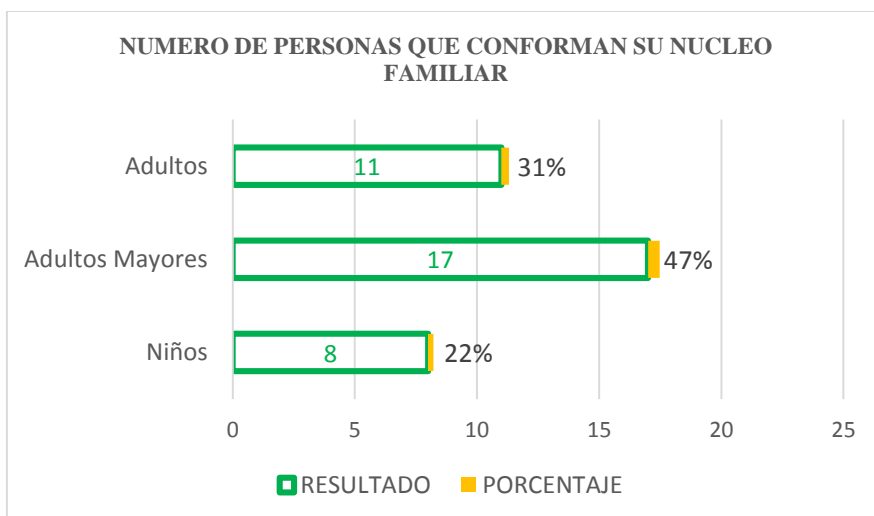


Figura 5. Resultados número de personas que conforman su núcleo familiar Vereda la Laguna sector el Tablón.

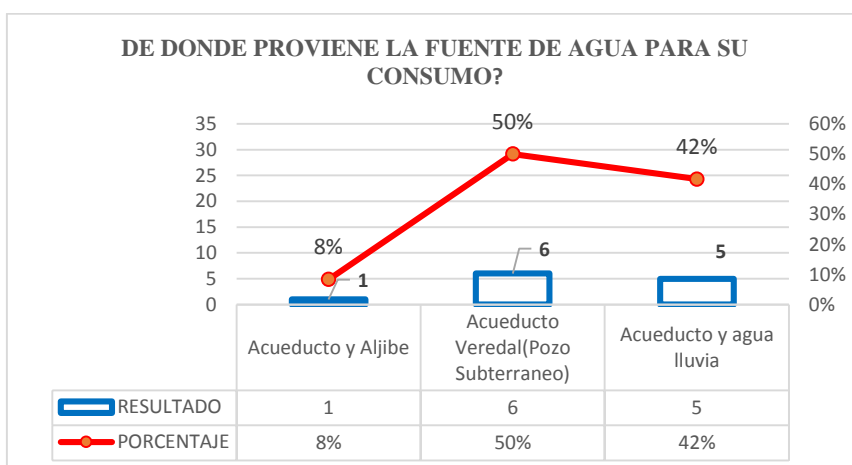


Figura 6. Resultado Encuesta realizada a la comunidad de la Vereda la Laguna sector el Tablón Fuentes de Consumo.

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

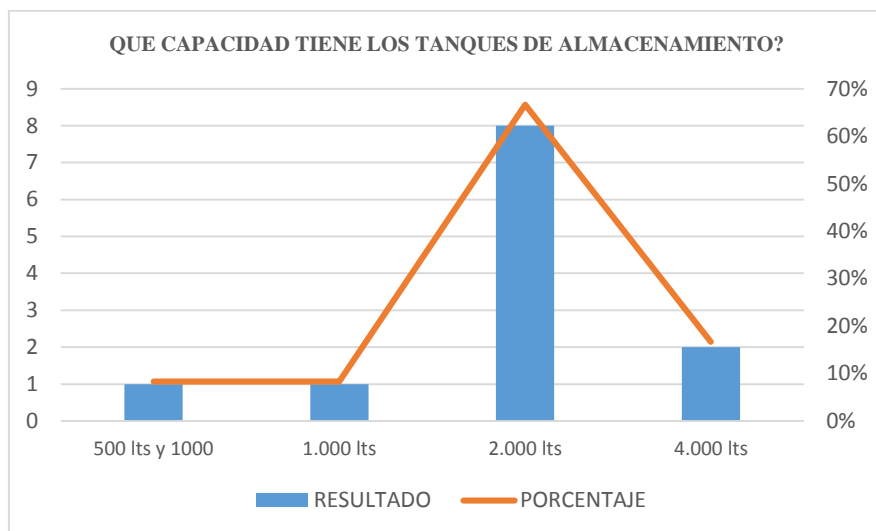


Figura 7. Capacidad de los Tanques de Almacenamiento Según Encuesta Realizada.

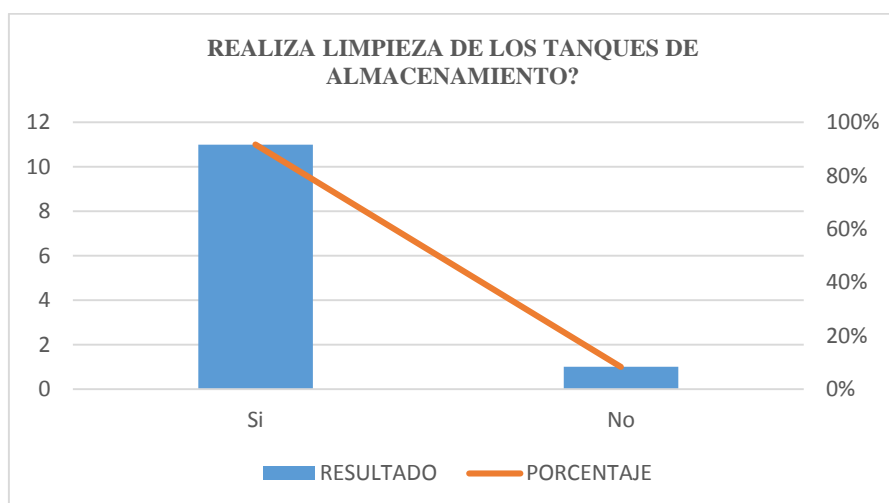


Figura 8. Resultados Encuesta Realizada a la Comunidad Limpieza de los Tanques de Almacenamiento.

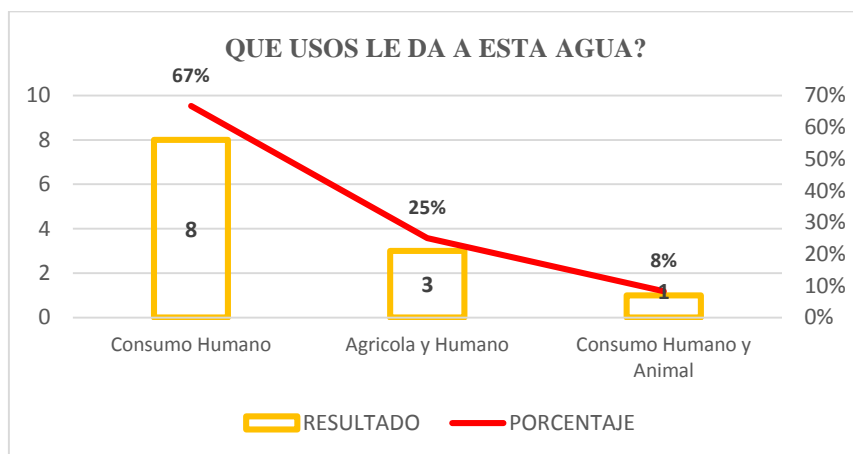


Figura 9. Resultados Encuesta Realizada a la Comunidad Usos que se le da al agua del acueducto Veredal.

RESULTADOS

Una vez tomadas las muestras de agua cruda en el pozo subterráneo son transportadas y recibidas en las instalaciones de ANALIZAR LABORATORIO FISICOQUIMICO LTDA en la ciudad de Duitama, en donde se diligencia el formato de entrega, se procede a realizar la medición de las variables microbiológicas y fisicoquímicas solicitadas el cual es entregado en los siguientes ocho días hábiles, generando un reporte de resultados el cual es 100% confiable mostrando una carga microbiana en la Unidad de Colonias Formadoras para E-Coli y Coliformes totales superando el valor máximo aceptable, reglamentados en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007 para agua de consumo humano.

Entorno que se puede presentar por la antigüedad de su estructura, la falta de mantenimiento y la defensa de un mecanismo de desinfección habitual el cual favorece el crecimiento y acumulación microbiana en el agua.

Los resultados completos y reporte de laboratorio se relacionan a continuación.

Tabla 5

Resultados análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua.

Descripción	Unidad de Medida	Valor Obtenido Pozo Subterráneo	Segunda Muestra Tanque Principal de Almacenamiento	Valor Máximo Aceptable
Alcalinidad Total(A)	<i>mgCaCO₃/L</i>	≤2,94	4,4	200
Cloruros(A)	<i>mg Cl⁻/L</i>	6,99	≤5,41	250
Color Aparente(A)	<i>UPC</i>	15,86	≤1,98	15
Conductividad(A)	<i>μ/Scm</i>	59,6	55,2	1000
Dureza Total(A)	<i>mg CaCO₃/L</i>	18,36	24,16	300

Fosfatos(A)	<i>mg PO₄³⁻ /L</i>	0,06	≤0,04	0,5
Hierro	<i>mg</i>	≤0,05	0,08	0,3
Nitritos(A)	<i>mg NO₂- /L</i>	≤0,018	≤0,018	0,1
Olor	<i>Cualitativo</i>	Aceptable	Aceptable	Aceptable
pH	<i>Unidades de pH</i>	5,18	5,53	6,5 a 9,0
Sulfatos(A)	<i>mg SO₄²⁻ /L</i>	≤3,83	≤4,00	250
Turbiedad(A)	<i>UNT</i>	7,05	0,4	≤2
Coliformes Totales	<i>UFC/100m³</i>	2200	170	0
E-coli	<i>UFC/100m³</i>	1600	80	0

Fuente: Autor.

13.1 Análisis de resultados

Obtenidos los resultados de laboratorio de las muestras tomadas en el pozo subterráneo y tanque principal de almacenamiento se procede hacer el contraste con el Decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 de 2007 para agua de consumo humano, para identificar las variables donde se presentan desviaciones para así definir los métodos que se llevaran a cabo para obtener un agua óptima para su consumo.

RESULTADOS DE LABORATORIO VS DECRETO 1575 DE 2007 Y RESOLUCION 2115 DE 2007

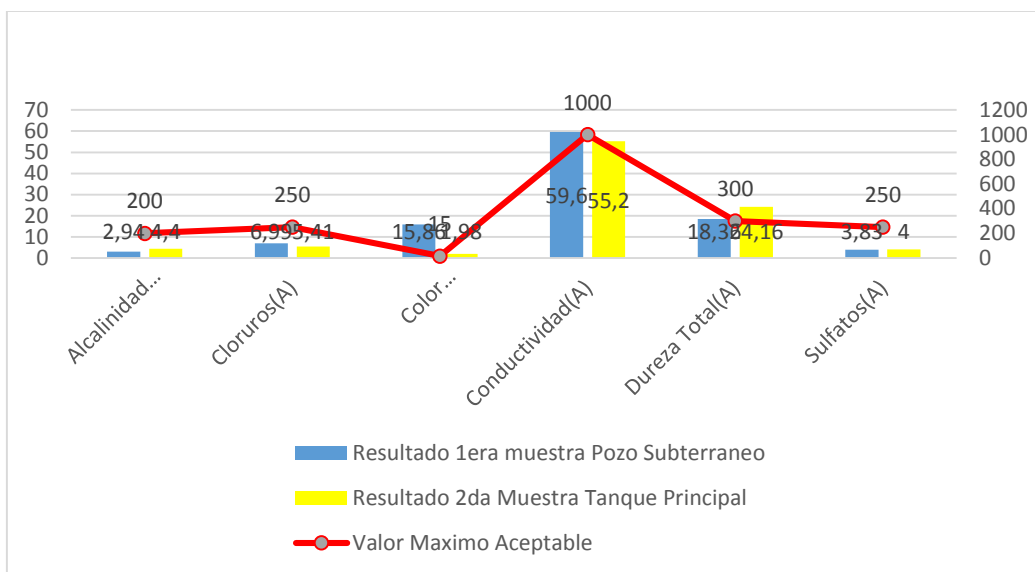


Figura 10. Resultados de Laboratorio Vs Decreto 1575 de 2007 y Resolución 2115 de 2007.

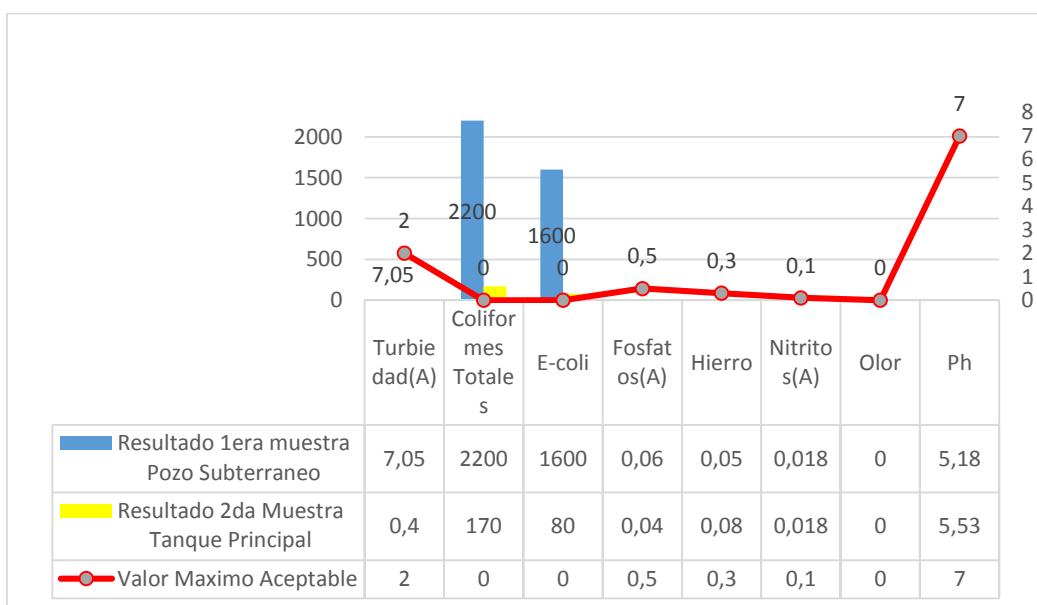


Figura 11. Resultados de Laboratorio Vs Decreto 1575 de 2007 y Resolución 2115 de 2007.

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Al comparar la carga microbiana presente tanto en el pozo subterráneo y la reportada en el tanque principal de almacenamiento se puede observar un incremento notable en el crecimiento bacteriano en época de invierno sin embargo ninguna de las muestras según el decreto 1575 de 2007 y Resolución 2115 de 2007 el agua de consumo humano no cumple con los criterios de calidad bacteriológica los resultados mostraron un recuento de 1600 y 2200 UFC/100 cm³ para coliformes totales y E-coli según la norma para estos parámetros el valor máximo aceptables es de 0 y para Turbiedad en época de invierno un conteo de UNT 7,05 Ver (figura 8), además en época de invierno color aparente UPC 15,85 ver (Figura 7) a esto se suma las fallas en el sistema de distribución donde el agua puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, fracturas en la red de distribución, así mismo defectos en la construcción de pozos sépticos o ausencia en el mantenimiento de los mismos, desinfección del agua cruda y tanques de almacenamiento que contribuye a la acumulación y crecimiento de agentes patógenos, convirtiéndose en un vehículo transmisor de enfermedades como la diarreica aguda que afectan principalmente a la población infantil y adultos mayores.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Según la investigación y pruebas de laboratorio el agua subterránea utilizada principalmente para el consumo humano no es apta para tal fin ya que presenta una contaminación en los parámetros Coliformes Totales y E-coli que sobrepasan los límites máximos permisibles según el decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 de 2007 para agua de consumo humano en Colombia.

A continuación, se presentan las principales alternativas de solución que más se ajustan a las condiciones económicas y técnicas del sector.

Desinfección domestica a través de Cloración.

Desinfección Agua Potable por agente químico, para desinfectar el agua y librarla de bacterias y microorganismos patógenos que puedan ser nocivos para la salud el mejor agente químico que existe es el cloro (Hipoclorito de Calcio y/o Hipoclorito de Sodio).

HIPOCLORITO DE SODIO es el más fácil de usar de dosificar y más cómodo de utilizar para desinfección de agua para consumo humano, la dosis recomendada para la desinfección es entre 1 y 5 mg/l para evitar cambiar el sabor del agua.

$$v = \frac{V \times D}{C \times 10}$$

v: Volumen de solución de hipoclorito requerido en mililitros.

V: Volumen de agua a desinfectar en litros.

D: Dosis a lograrse en mg/litro.

C: Concentración % de cloro disponible en la solución de hipoclorito.

10: Valor constante. (Aguaquimi, 2013).

HIPOCLORITO DE CALCIO (CLORO GRANULADO) Del volumen total a desinfectar debe apartarse una cantidad aproximada de 10% del mismo, el cual debe disolverse con agitación de acuerdo a la siguiente formula:

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Peso de cloro: Volumen de agua X Dosis de cloro/ Concentración de cloro granular X 10.
(Aguaquimi, 2013).

La desinfección del agua se realiza con el fin de eliminar los organismos responsables de enfermedades o patógenos presentes en el agua, los principales son:

Las bacterias causantes de la diarrea, disentería, el tifo y el cólera.

Los protozoarios o parásitos que producen la amebiasis, y la giardiasis.

Los virus que producen la hepatitis infecciosa y poliomielitis.

Los trematodos que producen los áscaris o lombrices intestinales.

Filtración en Cerámica con Plata Coloidal.

Otra alternativa viable y al alcance económico de la población es la implementación de filtros en cerámica casero de bajo costo que trata el agua para bebida y consiste de un elemento de filtración hecho de una mezcla de arcilla y aserrín, elemento este último que le da la porosidad necesaria para retener la turbiedad y cambiar el color. Se recomienda embadurnar el elemento filtrante con plata coloidal, la cual tiene probada su acción en la purificación del agua como un biocida efectivo que no afecta la salud humana. Este filtro es fácil de usar y mantener, no afecta el gusto del agua, remueve la turbiedad y mantiene el agua fresca y agradable. (RAS 200), título j.



Figura 12. Corte transversal de un filtro de cerámica.

Fuente. (Tomado de: <https://internetelshadai.jimdofree.com/noticia/>)

El Centro para la investigación en recursos acuáticos de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, generó un informe sobre la eficiencia de los filtros de cerámica para la remoción de organismos contaminantes tales como Coliformes totales, Coliformes Fecales, Estreptococos Fecales y E.coli, reportando remociones del 98.88% al 100% para estos microorganismos (Riviera, 2004). Es por esto que sería una de las alternativas de solución más viables

En cuanto a remoción, esta idea ha llegado a países en vía de desarrollo en los que no se cuenta con recursos económicos para abastecer de forma convencional el suministro de agua potable en zonas rurales y en condiciones de vulnerabilidad.

Filtración lenta con Arena

Este filtro remueve la turbiedad y color además de bacterias y virus, El medio filtrante consiste de una capa de grava o piedra redonda con un tamaño aproximado de 2 a 3 centímetros de diámetro que se coloca en el fondo con un espesor que no sobrepase los 15 centímetros. A

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

continuación se coloca una capa de 15 centímetros de gravilla o piedra delgada con un tamaño aproximado de 1 a 1,5 centímetros de diámetro y por encima de esta una capa de arena lavada de río de 40 centímetros de espesor con granos de tamaño entre 0,2 y 0,5 milímetros de diámetro.

Al filtro, cualquiera que sea su forma cilíndrica o prismática, se le deben colocar en la parte superior dos tubos metálicos pasa muro de 25 milímetros de diámetro (1”), el uno para mantener un nivel de rebosamiento de 5 centímetros por debajo del borde superior del tanque y el otro con un adaptador para conectar la tubería de aducción. En la parte inferior del tanque se debe instalar una tubería perforada que puede ser plástica o metálica del mismo diámetro de los anteriores para conectar la tubería de conducción del agua filtrada al tanque domiciliario. Para mantener un flujo continuo, el exceso de agua a la entrada del tanque debe ser conducido desde la tubería de rebose a un canal de desagüe, a un tanque o a un reservorio de agua para su aprovechamiento en otras labores. (RAS 200), título j.



Figura 13. Corte transversal de filtración lenta.

Fuente. (RAS 200).

Mejoras a Realizar en la Zona de Estudio

En relación al saneamiento in-situ, es de gran importancia eliminar la carga contaminante generada alrededor del área de la captación del agua subterránea ya que se ve afectado por las actividades antrópicas, como son la agropecuaria y ganadera además de no contar la comunidad con servicio de alcantarillado, ya que esto atenta contra la calidad del agua subterránea de la zona de estudio, para ello se propone como solución a mediano y corto plazo impermeabilizar los sitios de descarga y evacuar periódicamente los pozos sépticos mediante un sistema de aspiración cuya descarga debe realizarse en zonas de baja vulnerabilidad y que debe realizarse una vez al año, reduciendo así al mínimo el peligro de contaminación al agua subterránea.

PRESUPUESTO

A continuación, se describen los recursos utilizados durante la realización del proyecto aplicado y cada una de las etapas ejecutadas.

Tabla 6.

Presupuesto utilizado en viáticos.

Viáticos	Número de Viajes	Valor Unitario	Valor Total
Desplazamientos	6	\$6.000	\$36.000
Acueducto	15	\$4.500	\$67.500
Universidad	15	\$10.000	\$150.000
Total			\$253.000

Fuente: Autor.

Tabla 7.

Presupuesto requerido en materiales y equipos.

Materiales y Equipos	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
EPP Laboratorio(toma de Muestras)	1	\$60.000	\$60.000
Equipos y Software	1	\$400.000	\$400.000
Total			\$460.000

Fuente: Autor.

Tabla 8.

Presupuesto requerido en Pruebas de Laboratorio Análisis Fisicoquímico y Microbiológico.

Pruebas de Laboratorio	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Muestras de Laboratorio	2	\$270.000	\$540.000
Total			\$540.000

Fuente: Autor.

Tabla 9.

Análisis general del presupuesto proyecto aplicado.

Componentes	Valor Unitario
Viáticos	\$253.000
Materiales y Equipos	\$460.000
Pruebas de Laboratorio	\$540.000
Total	1'253.000

CRONOGRAMA

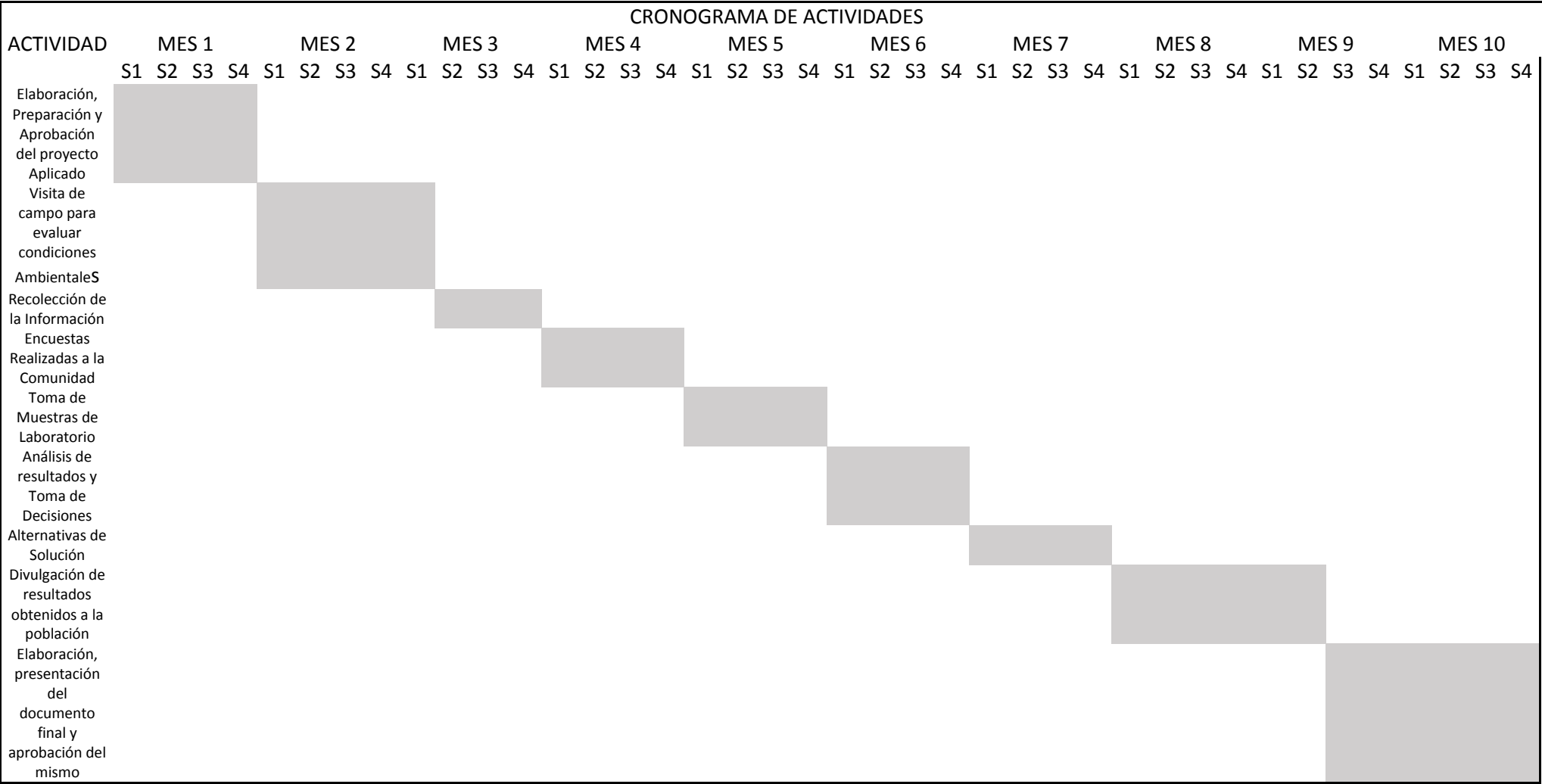


Figura 14. Cronograma general proyecto aplicado.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de acuerdo a los análisis de calidad del agua realizados al pozo de agua subterránea y tanque principal de almacenamiento se observó que los parámetros Coliformes Totales y E-coli sobrepasan los niveles máximos aceptables e indican una clara evidencia de la presencia de estos contaminantes, el mal estado y persistencia en la infraestructura de aducción y conducción aporta contaminantes de la condición fisicoquímica y microbiológica del agua, pero también el medio natural manifiesta influencia en la infiltración y el transporte de dichos contaminantes principalmente en Coliformes Totales y E-coli, igualmente la influencia que el medio antropogénico ejerce sobre la alteración de la calidad del agua subterránea(ganadería, Agricultura y pozos sépticos)

Este análisis realizado presenta variaciones en las concentraciones de las distintas muestras según época (Invierno, Verano) mostrando que aunque este no es el factor determinante si conlleva ciertos cambios en las condiciones del agua.

en cuanto a infraestructura, conducción, aducción, almacenamiento y reparto se puede observar el mal estado, identificando fugas, tubería rota, grietas y exposición al desarrollo de actividades agropecuarias presentando una amplia relación sobre la contaminación del agua,

Con la realización de este trabajo aplicado se contribuyó a un primer acercamiento en cuanto a la calidad del agua utilizada para el consumo humano en el acueducto veredal La Laguna Sector el Tablón, mostrando la calidad, factores de contaminación y alternativas de solución al recurso hídrico, esperando sean aplicados y contribuyan a mejorar la calidad de vida de la comunidad.

RECOMENDACIONES

Sobre el acueducto Veredal la Laguna Sector el Tablón

Es de vital importancia realizar buenas prácticas de manejo en cuanto al lavado periódico de tanques y desinfección de los mismos, así como también la revisión y mantenimiento de los sistemas de distribución, almacenamiento redes de aducción y conducción del agua que abastece a los usuarios de la vereda el Tablón, ya que se encontraron con valores de contaminación del agua cruda superiores sobrepasando los niveles máximos permisibles.

Es necesario realizar inspecciones periódicas en la infraestructura de captación, aducción, almacenamiento y distribución del agua del acueducto, identificando grietas, fugas, elementos externos que pueden contribuir a la formación de contaminante afectando la calidad del agua.

Llevar un control interno en libro de bitácora para registrar cualquier anomalía facilitando un control y seguimiento del acueducto.

Se recomienda cambiar la tubería que se encuentra afectada en tramos identificados antes del tanque principal de almacenamiento y aducción hacia los usuarios para evitar el ingreso de elementos fisicoquímicos y bacteriológicos que afecten la calidad de agua, además de minimizar la pérdida del líquido en su distribución (Anexo 5).

Realizar muestreos fisicoquímicos y bacteriológicos periódicos al agua para verificar su calidad.

Para tener la certeza de que la dosificación de cloro residual (Hipoclorito de Sodio- Hipoclorito de Calcio) sea la recomendada, el cual debe ser entre 0,3 / 2,0 mg/L se recomienda realizar por lo menos una vez a la semana una prueba de control, se puede realizar con un analizador colorimétrico siendo este un instrumento de fácil manejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguaquimi. (2013). *Desinfeccion Agua Potable*. Obtenido de http://www.aquaquimi.com/Paginas/Trat_agua_pot/Desinfeccion%20agua/agua%20potable%20cloro.html
- DNP. (3 de julio de 2014). *Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural*. Obtenido de minvivienda.gov.co: <http://www.minvivienda.gov.co/conpesagua/3810%20-%202014.pdf>
- Instituto Nacional de Salud. (2017). *Estado de la vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2016*. Obtenido de <https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/Informe%20Nacional%20de%20Calidad%20del%20Agua%202016.pdf>
- Ministerio. Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Alternativas tecnológicas n agua y saneamiento para el sector rural*. Obtenido de Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Título J: http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/100811_titulo_j_ras%20.pdf
- Ministerio de la Protección Social, M. d. (2007). *Resolucion 2115* .
- Organización Mundial de la Salud. (2007). *Lucha contra las enfermedades trasmitidas por el agua en los hogares*. Obtenido de http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease_es.pdf

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

ONU. (28 de julio de 2010). *Resolución 64/292 - El derecho humano al agua y el saneamiento*.

Recuperado el 06 de mayo de 2018, de ONU Web site:

http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S

Pueblo, D. d. (s.f.). *Diagnostico de la Calidad del Agua para el Consumo Humano en Colombia, en el Marco del Derecho Humano al Agua*.

Salud, O. M. (2004).). Obtenido de Organización Mundial de la Salud:

https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/

Vivienda, M. d. (1978). *Recurso Hidrico Normativa*. Obtenido de Ministerio de Vivienda:

http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_1541_de_1978.pdf

Vivienda, M. d. (2007). *Gestion integral del Recurso Hidrico*. Obtenido de Ministerio de

Vivienda:http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_2115_de_2007.pdf

ANEXOS

Anexo No 1. Entrevista realizada a la comunidad.

**ENCUESTA BENEFICIARIOS ACUEDUCTO VEREDAL LA LAGUNA SECTOR EL
TABLON (SANTA ROSA DE VITERBO-BOYACÁ)**

NOMBRE: _____

CEDULA: _____

FECHA: _____

FIRMA: _____

1- QUIENES CONFORMAN SU NUCLEO FAMILIAR?

- a- Niños
- b- Adultos Mayores
- c- Adultos

2- NUMERO DE PERSONAS QUE CONFORMAN SU NUCLEO FAMILIAR?

- a- Niños
- b- Adultos Mayores
- c- Adultos

3- DE DONDE PROVIENE LA FUENTE DE AGUA PARA SU CONSUMO?

- a- Rio
- b- Aljibe
- c- Agua lluvia
- d- Acueducto Veredal

4- EN QUE MATERIAL ES FABRICADO SU TANQUE DE ALMACENAMIENTO?

- a- No tiene conocimiento
- b- Plástico
- c- Cemento
- d- Otro

5- QUE CAPACIDAD TIENEN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO?

- a- 500Lts

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

- b- 1000Lts
- c- 2000Lts
- d- 4000Lts
- e- 5000Lts

6- REALIZA LIMPIEZA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO?

- a- Si
- b- No

7- CADA CUANTO REALIZA LIMPIEZA A SUS TANQUES DE ALMACENAMIENTO?

- a- Semanalmente
- b- Mensualmente
- c- Cada tres meses
- d- Cada seis meses
- e- Cada año

8- PARA EL LAVADO DE SUS TANQUES USA ALGUN PRODUCTO DESINFECTANTE?

- a- Si
- b- No

9- CONOCE EL TRATAMIENTO QUE SE LE REALIZA AL AGUA DEL ACUEDUCTO VEREDAL?

- a- Si
- b- No

10- REALIZA ALGUN TRATAMIENTO AL AGUA QUE ALMACENA EN SUS TANQUES?

- a- Si
- b- No

11- DE QUE FORMA PURIFICA USTED EL AGUA PARA SU CONSUMO?

- a- Hirviéndola
- b- Adicionando cloro
- c- Filtros

12- QUE USOS LE DA A ESTA AGUA?

- a- Consumo humano
- b- Agrícola

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

- c- Consumo animal
- d- Domestico

13- CON QUE FRECUENCIA RECIBE AGUA DEL ACUEDUCTO VEREDAL?

- a- No sabe
- b- 1 a 2 días
- c- 3 a 4 días
- d- 5 a 8 días
- e- Mayor a una semana

14- EL AGUA QUE USTED CONSUME LE HA CAUSADO ALGUN TIPO DE ENFERMEDAD?

- a- Si
- b- No

15- SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA INDIQUE CUAL?

- a- Hepatitis A
- b- Diarrea
- c- Cólera
- d- Otro

16- ESTA DE ACUERDO EN QUE SE REALICEN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA CONOCER EL ESTADO ACTUAL DEL AGUA DEL ACUEDUCTO?

- a- Si
- b- No

17- ESTA DE ACUERDO EN QUE SE REALICE ALGUN TIPO DE TRATAMIENTO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA?

- a- Si
- b- No

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Anexo No 2. Informe de resultados Analizar Laboratorio Físicoquímico LTDA.



ANALIZAR LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO LTDA
MONITOREO Y CONSULTORIA
 NTT. 826.000.346-1



Resolución
N° 1633/17

Duitama, 2019/11/06

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS
AG27511 - 19

IDENTIFICACIÓN

Solicitante: **DARY NATALIA CARDENAS OCHOA**
 Dirección: Cr 12 23 44 Duitama
 Ensayo Realizado: Físicoquímico y Microbiológico
 Tipo de Agua: Pozo profundo Cruda
 Sitio de Muestreo: Vereda el Tablón Santa Rosa de Viterbo
 Punto de Toma: N: 5° 49' 50" ; W: 73° 00' 36,6"
 Tipo de Muestreo: Simple
 Fecha y Hora de Muestreo: 2019/10/25 17:00
 Recolectada por: El Solicitante - Natalia Cárdenas
 Fecha y Hora de Recepción: 2019/10/26 09:00
 Objeto: Caracterización
 Condición de Recepción: Refrigerada
 Período de Análisis: De 2019/10/26 a 2019/11/06

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. ACEPTABLE	METODO
ANÁLISIS EN LABORATORIO				
Alcalinidad Total (A)	mg CaCO ₃ /L	<2,94	200	SM 2320 B
Cloruros (A)	mg Cl/L	6,99	250	SM 4500-Cl -B
Color Aparente (A)	UPC	15,86	15	SM 2120 C
Conductividad (A)	microsiemens/cm	59,6	1000	SM 2510 B
Dureza Total (A)	mg CaCO ₃ /L	18,36	300	SM 2340 C
Fosfatos (A)	mg PO ₄ ³⁻ /L	0,06	0,50	SM 4500 - P B D
Hierro Total	mg Fe/L	<0,05	0,30	SM 3500-Fe
Nitritos (A)	mg NO ₂ /L	<0,018	0,1	SM 4500-NO ₂ -B
Olor	Cualitativo	Aceptable	Aceptable	Organoléptico
pH	Unidades de pH	5,18	6,5 a 9,0	SM 4500-H ⁺ B
Sulfatos (A)	mg SO ₄ ²⁻ /L	<3,83	250	SM 4500-SO ₄ ²⁻ E
Turbiedad (A)	UNT	7,05	≤2	SM 2130 B
Coliformes totales	UFC/100 cm ³	2200	0	SM 9222 J
E. Coli	UFC/100 cm ³	1600	0	SM 9222 J
FIN DE LOS ENSAYOS				

**ANALIZAR LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO LTDA****MONITOREO Y CONSULTORIA**

NIT. 826.000.346-1

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS
AG27511 - 19****NE= No Establecido** (A)= Acreditado SM=Métodos enunciados referenciados en el *Standard Methods 2017 edition***NE = No Establecido****OBSERVACIONES:**

Las variables físicoquímicas y microbiológicas caracterizadas se comparan con los valores máximos aceptables, reglamentados en el decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007 para agua de consumo humano.

Los resultados analíticos del presente informe se obtuvieron siguiendo los métodos anunciados, mediante procedimientos internos del Sistema Integrado de Gestión y corresponden exclusivamente a la muestra recibida, **recolectada por el solicitante**, en recipientes suministrados por Analizar Ltda. Sólo es válido éste informe en papel oficial de Analizar Ltda. con las firmas autorizadas y con sello seco. Este informe no se puede reproducir parcialmente, salvo previa autorización escrita del Laboratorio.

Analizar Ltda, esta acreditado por el IDEAM (Norma ISO/IEC (17025:2005) según la Resolución de Renovación y Extensión 1633 (2017/08/04). Las variables acreditadas se pueden consultar en: www.ideam.gov.co.

ING.QUÍMICO. RICARDO BLANCO A.
DIRECTOR TÉCNICO
T.P. N° 90 C.P.I.Q.

MICROB. MAILYN FUENTES ZARA
ANALISTA LIDER
MICROBIOLOGÍA

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón



ANALIZAR LABORATORIO FISICOQUÍMICO LTDA.
 MONITOREO Y CONSULTORIA
 NIT. 8926.000-346-1
Calidad Certificada y Confiabilidad Acreditada



Duitama, 2020/02/20

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS
AG28293 - 20

IDENTIFICACIÓN				
Cliente:	DARY NATALIA CARDENAS OCHOA			
Dirección del Cliente:	Cr 12 23 44 Duitama			
Ensayo Realizado:	Fisicoquímico y Microbiológico			
Tipo de Agua:	Superficial Cruda			
Sitio de Muestreo:	Vereda el Tablón - Santa Rosa de Viterbo Santa Rosa de Viterbo			
Punto de Toma:	N: 5°49'40,3" - W: 73°00'26,6"			
Tipo de Muestreo:	Simple			
Fecha y Hora de Muestreo:	2020/02/17 12:15			
Recolectada por:	El Solicitante - Dary Natalia Cardenas			
Fecha y Hora de Recepción:	2020/02/18 10:40			
Objeto:	Control de Calidad			
Condición de Recepción:	Refrigerada			
Período de Análisis:	De 2020/02/18 a 2020/02/20 Plan De Muestreo N.A.			

DESCRIPCION	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. ACEPTABLE	METODO
ANÁLISIS EN LABORATORIO				
Alcalinidad Total (A)	mg CaCO ₃ /L	4,40	200	SM 2320 B
Cloruros (A)	mg Cl/L	<5,41	250	SM 4500-Cl -B
Color Aparente (A)	UPC	<1,98	15	SM 2120 C
Conductividad (A)	microsiemens/cm	55,20	1000	SM 2510 B
Dureza Total (A)	mg CaCO ₃ /L	24,16	300	SM 2340 C
Fosfatos	mg PO ₄ ³⁻ /L	<0,04	0,50	SM 4500 - P B D
Hierro Total	mg Fe/L	0,08	0,30	SM 3500-Fe
Nitritos (A)	mg NO ₂ /L	<0,018	0,1	SM 4500-NO ₂ -B
Olor	Cualitativo	Aceptable	Aceptable	Organoléptico
pH	Unidades de pH	5,53	6,5 a 9,0	SM 4500-H ⁺ B
Sulfatos (A)	mg SO ₄ ²⁻ /L	<4,00	250	SM 4500-SO ₄ ²⁻ E
Turbiedad (A)	UNT	0,40	≤2	SM 2130 B
Coliformes totales	UFC/100 cm ³	170	0	SM 9222 J
E. Coli	UFC/100 cm ³	80	0	SM 9222 J
FIN DE LOS ENSAYOS				

NE= No Establecido (A)= Acreditado SM=Métodos enunciados referenciados en el Standard Methods 2017 edition
NA= No Aplica

OBSERVACIONES:
 Las variables fisicoquímicas y microbiológicas caracterizadas se comparan con los valores máximos aceptables, reglamentados en el decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007 para agua de consumo humano.

GT-INF-01/F.R: Enero-18v.1.1
PAGINA: 1 DE 2

CARRERA 33 N° 16-27 TEL 7614955- 7614647- 313 815 0403 DUITAMA E-mail: dtanalizar@gmail.com



ANALIZAR LABORATORIO FISCOQUÍMICO LTDA.

MONITOREO Y CONSULTORIA

NIT. 026.000.345-1

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Caudal Certificada y Controlada, Acreditada

AG28293 - 20



05 - CERTIFICADA

Los resultados analíticos del presente informe se obtuvieron siguiendo los métodos anunciados, mediante procedimientos internos del Sistema Integrado de Gestión y corresponden exclusivamente a la muestra recibida, **recolectada por el solicitante**, en recipientes suministrados por Analizar Ltda. Sólo es válido éste informe en papel oficial de Analizar Ltda. con las firmas autorizadas y con sello seco. Este informe no se puede reproducir parcialmente, salvo previa autorización escrita del Laboratorio.

Analizar Ltda, esta acreditado por el IDEAM (Norma ISO/IEC (17025:2005) según la Resolución de Renovación y Extensión 1633 (2017/08/04). Las variables acreditadas se pueden consultar en: www.ideam.gov.co.

Paula Ochoa

QUÍMICA PAULA ANDREA OCHOA TRIANA
COORD. LABORATORIO
PQ-06362

Maily Fuentes Z.

MICROB. MAILYN FUENTES ZARA
ANALISTA LIDER
MICROBIOLOGÍA

Variable	Unidad	Resultado	Método	Observaciones
Temperatura	°C	25.5	Directa	
pH		7.2	Directa	
Conductividad	µS/cm	150	Directa	
Alcalinidad	mg/L	120	Directa	
Calcio	mg/L	10	Directa	
Magnesio	mg/L	5	Directa	
Sulfato	mg/L	10	Directa	
Cloruro	mg/L	10	Directa	
Nitrito	mg/L	0.1	Directa	
Nitrato	mg/L	0.2	Directa	
Amonio	mg/L	0.1	Directa	
Fosforo	mg/L	0.1	Directa	
Cincento	mg/L	0.1	Directa	
Cobalto	mg/L	0.1	Directa	
Cromo	mg/L	0.1	Directa	
Cupero	mg/L	0.1	Directa	
Plomo	mg/L	0.1	Directa	
Mercurio	mg/L	0.1	Directa	
Cadmio	mg/L	0.1	Directa	
Antimonio	mg/L	0.1	Directa	
Asesio	mg/L	0.1	Directa	
Bario	mg/L	0.1	Directa	
Bromo	mg/L	0.1	Directa	
Fluoro	mg/L	0.1	Directa	
Hidruro	mg/L	0.1	Directa	
Iodo	mg/L	0.1	Directa	
Litio	mg/L	0.1	Directa	
Niobio	mg/L	0.1	Directa	
Paladio	mg/L	0.1	Directa	
Platino	mg/L	0.1	Directa	
Plomo	mg/L	0.1	Directa	
Radio	mg/L	0.1	Directa	
Rubio	mg/L	0.1	Directa	
Selenio	mg/L	0.1	Directa	
Stroncio	mg/L	0.1	Directa	
Talio	mg/L	0.1	Directa	
Telurio	mg/L	0.1	Directa	
Tiio	mg/L	0.1	Directa	
Tungstenio	mg/L	0.1	Directa	
Vanadio	mg/L	0.1	Directa	
Wolframio	mg/L	0.1	Directa	
Xenonio	mg/L	0.1	Directa	
Ytrio	mg/L	0.1	Directa	
Zinc	mg/L	0.1	Directa	
Zirconio	mg/L	0.1	Directa	



GT-INF-01/F.R: Enero-18/v.1.1

PAGINA: 2 DE 2

CARRERA 33 N° 16-27 TEL 7614955- 7614647- 313 815 0403 DUITAMA E-mail: dtanalizar@gmail.com

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Anexo No 3. Divulgación de Resultados a la Comunidad.

DIVULGACION RESULTADOS "DIAGNOSTICO Y EVALUACION DEL AGUA SUBTERRANEA QUE ABASTECE A LA VEREDA EL TABLON MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE VITERBO"			
9:00 Am		FECHA 25/02/2020 HORA INICIO	
HORA FINALIZACION 10:30 Am			
#	NOMBRE	DOCUMENTO	FIRMA
1	Maria Teresa C. de Gonzalez	23 551 296	Maria Teresa C. de Gonzalez
2	José Asturo Niño	79 232 252	José Asturo Niño
3	Flavia A. Gonzalez	74.380.390	Flavia A. Gonzalez
4	Jairo A. Bivero R.	7223-559	Jairo A. Bivero R.
5	Yairo del Carmen Pineda	23 548 109	Yairo del Carmen Pineda
6	Ive Maria Torres	46 668 286	Ive Maria Torres
7	Mauricio A. Moreno	80.172.196	Mauricio A. Moreno
8	Rosa Maria Torres Pedraza	40017296	Rosa Maria Torres Pedraza
9	Victor Manuel Gallo	6745411	Victor Manuel Gallo
10	Ricardo A. Sanchez R.	1026252332	Ricardo A. Sanchez R.
11	José Gregorio Pedraza	7216799	José Gregorio Pedraza
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			


 RESPONSABLE
 DARY NATALIA CARDENAS OCHOA
 C.C 1077970590

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Anexo No 4. Documento Entregado a la Comunidad Sobre Resultados y Alternativas de Solución.

RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO Y ANALISIS DEL AGUA SUBTERRANEA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL TABLON 23 febrero 2020

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis del agua según las muestras tomadas al pozo subterráneo y tanque de almacenamiento (muestras 1 y 2):

En ambos puntos se encontraron valores críticos los cuales son:

DESCRIPCION	VALOR OBTENIDO	VALOR PERMITIDO
Color aparente - Pozo Subterráneo	15,86 UPC	15 UPC
Turbiedad - Pozo Subterráneo	7,5 UNT	MENOR A 0
Coliformes totales - Pozo Subterráneo	2200 UFC/100m3	0
E-coli - Pozo Subterráneo	1600 UFC/100m3	0
Coliformes totales - Tanque Almacenamiento	170 UFC/100m3	0
E-coli - Tanque Almacenamiento	80 UFC/100m3	0

Esto con el fin de presentar a ustedes las condiciones actuales del agua que se tiene para consumo de los residentes de la Vereda el Tablón; de acuerdo a lo anterior se quiere exponer una serie de alternativas de solución y recomendaciones que pueden mejorar la calidad del agua y así prevenir enfermedades transmitidas por el agua.

A continuación se relacionan las opciones:

- Desinfección domestica a través de cloración, para desinfectar el agua y librarla de bacterias y microorganismos patógenos que puedan ser nocivos para la salud.
- Filtración en Cerámica con Plata Coloidal, filtros en cerámica casero de bajo costo que trata el agua para consumo.
- Filtración lenta con Arena, Este filtro remueve la turbiedad y color además de bacterias y virus, El medio filtrante consiste de una capa de grava o piedra redonda, gravilla y arena lavada de río.

Recomendaciones:

- Realizar lavado periódico de tanques y desinfección de los mismos.
- Revisión y mantenimiento de las tuberías (redes) de distribución del agua, para corregir daños que permitan el ingreso de agentes contaminantes.
- Llevar un control interno en libro de bitácora para registrar cualquier anomalía facilitando un control y seguimiento del acueducto.
- Toma de muestreos fisicoquímicos y bacteriológicos periódicos al agua para verificar su calidad al menos una vez por año.

Att,

Dary Natalia Cárdenas Ochoa.
Estudiante de Ingeniería Ambiental.
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Recibido: *José Arfuro Niño*
CC 79-232-252

Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea Vereda el Tablón

Anexo No 5. Fotografías Sistema de Aducción y Almacenamiento en Mal Estado.

