



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

Evaluación y propuesta de mejora de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad “Domingo Sabio”, Parroquia Quiroga, Cantón Cotacachi, Provincia Imbabura.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODesarrollo

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

LINEA 04: GESTIÓN SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS
NATURALES

SUB LINEA 1: DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD

AUTOR/A: PAOLA ROSALIA HARO MEDIAVILLA

ASESOR/A: Ph.D. RUBÉN DEL TORO

IBARRA, OCTUBRE 2022



CERTIFICACIÓN DEL ASESOR DE TESIS

Ibarra, 14 de Octubre del 2022

PhD. Rubén del Toro

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias agrícolas y ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f:)

PhD. Rubén del Toro Deniz

C.C.: 175754447-1



PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f):

PhD. Rubén del Toro Deniz

C.C.: 175754447-1

(f):

MSc Moraima Cristina Mera Aguas

C.C.:100174372-1

(f):

MSc. Santiago Xavier Mafla Andrade

C.C.: 100265839-9



ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Paola Rosalía Haro Mediavilla declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 14 de Octubre del 2022

f):

Paola Rosalía Haro Mediavilla

C.C.: 100415805 - 9



AUTORÍA

Yo, Paola Rosalía Haro Mediavilla, portador de la cédula de ciudadanía N° 100415805-9, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del (los) autor (es), y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f):

Paola Rosalía Haro Mediavilla

C.C.: 100415805 - 9



DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo: Paola Rosalía Haro Mediavilla, con CC: 100415805-9, autor del trabajo de grado intitulado: “Evaluación y propuesta de mejora de la calidad de agua para el consumo humano de la comunidad “Domingo Sabio”, Parroquia Quiroga, Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura”, previo a la obtención del título profesional de (“Ingeniera en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo”), en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA)

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 14 de Octubre del 2022

(f.)

Paola Rosalía Haro Mediavilla

C.C. 100415805-9



DEDICATORIA

Llena de amor y esperanza dedico de manera especial esta Tesis a mis padres Rosio Mediavilla y Luis Haro, quienes me han apoyado incondicionalmente en cada etapa de mi vida, todos los logros que he obtenido hasta el día de hoy se lo debo a ellos, han sido mi motivación para no rendirme ante cualquier dificultad que se me presento y seguir adelante.

A mis hermanos quienes siempre han sido mi ejemplo a seguir, por su amistad sincera, por siempre escucharme, y apoyarme en cualquier cosa que he necesitado en mi vida como estudiante, también por todo su cariño en los momentos difíciles.

A mis abuelitos, tíos, primos por sus palabras de aliento a lo largo de la carrera

A mis profesores por sus enseñanzas, en especial a mi tutor de tesis Dr. Rubén del Toro, por su paciencia y ayudarme en este proceso.

Paola Rosalía Haro Mediavilla



AGRADECIMIENTO

Agradezco desde el fondo de mi corazón a Dios por guiarme a lo largo de la vida, a mis padres por ser el pilar fundamental y ayudarme a cumplir mis sueños, por los consejos, la confianza , por acompañarme en cada salida de campo, gracias por las largas y agotadoras caminatas a lo largo de la carrera , gracias por siempre anhelar lo mejor para mí, y por haberme inculcado valores y principios desde siempre

Agradezco a los docentes de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede-Ibarra, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la carrera, en especial a mi tutor de tesis el Dr. Rubén del Toro por haberse dado el tiempo en cada corrección.

Gracias a la vida por la culminación de esta etapa, gracias a cada una de las personas que, de forma desinteresada, sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías, tristezas y me acompañaron a lo largo de los años

Muchas Gracias a todos los que formaron parte de mi vida universitaria.

ÍNDICE

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS	iv
AUTORÍA	v
DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN.....	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE FIGURAS.....	xv
RESUMEN	1
CAPÍTULO I.....	5
1.1 INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO II.....	7
2.1 OBJETIVOS.....	7
2.1.1 Objetivo General.....	7
2.1.2 Objetivos Específicos.....	7
2.2 HIPÓTESIS	7
CAPÍTULO III.....	8
3.1 ESTADO DEL ARTE	8
3.1.1 El agua	8
3.1.2 Agua potable.....	8
3.1.3 Agua cruda.....	9

3.1.4	Agua subterránea	9
3.2	CALIDAD DEL AGUA	10
3.2.1	Calidad de agua potable.....	10
3.3	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL AGUA	10
3.3.1	Color	10
3.3.2	Olor y sabor.....	11
3.4	ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA.....	11
3.4.1	Turbidez	12
3.4.2	Temperatura	12
3.4.3	Potencial de hidrogeno (pH).....	13
3.4.4	Dureza.....	13
3.4.5	Alcalinidad.....	14
3.4.6	Hierro	14
3.4.7	Conductividad	15
3.4.8	Sulfatos	15
3.4.9	Cloruros.....	15
3.4.10	Cloro libre	15
3.4.11	Fosfato	16
3.4.12	Nitrato.....	16
3.4.13	Nitrito.....	16
3.4.14	Amonio	16
3.4.15	Materia Orgánica	17
3.4.16	Fluoruros.....	17
3.4.17	Acidez.....	17

3.5 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA:.....	17
3.6 SEGURIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO.....	18
3.7 TIPOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA	18
3.7.1 Sistema de agua potable.....	18
3.8 PROCESOS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA.....	19
3.8.1 Pre-cloración	19
3.8.2 Ablandamiento.....	19
3.8.3 Aireación.....	19
3.8.4 Coagulación	20
3.8.5 Floculación.....	20
3.8.6 Sedimentación.....	20
3.8.7 Filtración	20
3.8.8 Desinfección	21
3.9 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA (NO POTABLE, O CONTAMINADA)	21
3.9.1 Shigellae dysenteriae.....	21
3.9.2 Salmonella typhi.....	22
3.9.3 Salmonella spp.....	22
3.9.4 Vibrio cholerae.....	22
3.9.5 Escherichia coli.....	22
3.10 CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA:	23
3.11 MARCO LEGAL.....	23
CAPÍTULO IV.....	25
4.1 MATERIALES Y MÉTODOS.....	25

4.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	25
4.2.1 Materiales.....	25
4.2.2 Equipos	25
4.2.3 Reactivos.....	26
4.3 MÉTODO	26
4.4 ZONIFICACIÓN DE LA VERTIENTE Y DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD “DOMINGO SABIO”	28
4.5 ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA.....	28
4.5.1 Análisis físicos	28
4.5.2 Color - 2120.....	29
4.5.3 Turbidez - 180.....	29
4.5.4 Temperatura - 802.....	29
4.5.5 pH - 5006.....	29
4.5.6 Conductividad - 1123	29
4.6 ANÁLISIS QUÍMICOS.....	30
4.6.1 Nitritos - 1227730001.....	30
4.6.2 Hierro – 12638211	30
4.6.3 Amonio - 182711253.....	31
4.6.4 Fosfatos - 1007980001	31
4.6.5 Dureza total - 188271123	31
4.6.6 Cloro residual - 11112234	32
4.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	32
4.8 GENERACIÓN DE PROPUESTAS CORRECTIVAS AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	33

4.9 SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS	33
CAPÍTULO V	34
5.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
5.2 ZONIFICACIÓN DE LA VERTIENTE Y DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD “DOMINGO SABIO”	34
5.3 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE SE DISTRIBUYE EN LA COMUNIDAD DOMINGO SABIO.....	38
5.4 IDENTIFICACIÓN DE MACRO INVERTEBRADOS.	52
5.5 GENERACIÓN DE PROPUESTAS CORRECTIVAS A LOS PARÁMETROS QUE SOBREPASAN LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE ACUERDO A LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1108:2011	59
5.5.1 Filtros lento de grava y arena.....	59
5.5.2 Filtros con zeolita.....	60
5.5.3 Dosificación del cloro residual en el agua potable de la comunidad Domingo Sabio	61
5.6 PROCESOS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA DE LA COMUNIDAD DE DOMINGO SABIO.....	63
5.7 MEDIDAS CORRECTIVAS GENERALES PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE DOMINGO SABIO.....	67
5.8 SOCIALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	69
CAPITULO VI.....	70
6.1 CONCLUSIONES	70
6.2 RECOMENDACIONES	71
6.3 BIBLIOGRAFIA	72
6.4 ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos de Dureza	14
Tabla 2 Horario establecido para la toma de muestras de agua por punto específico	27
Tabla 3 Matriz de cuantificación de especies vegetativas de la zona perteneciente al área directa de la vertiente.....	37
Tabla 4 Datos correspondientes de los parámetros analizados en la vertiente.....	39
Tabla 5 Datos correspondientes al Parámetro Color de las áreas de estudio	40
Tabla 6 Datos correspondientes al Parámetro de N-Nitrito.....	41
Tabla 7 Datos correspondientes al Parámetro de Turbidez.....	42
Tabla 8 Datos correspondientes al Parámetro Hierro	43
Tabla 9 Datos correspondientes al Parámetro Temperatura.....	44
Tabla 10 Datos correspondientes al Parámetro Amonio	45
Tabla 11 Datos correspondientes al Parámetro Fosfato.....	46
Tabla 12 Datos correspondientes al Parámetro de Potencial de Hidrógeno.....	47
Tabla 13 Datos correspondientes al Parámetro de Conductividad.....	48
Tabla 14 Datos correspondientes al Parámetro de Dureza Total.....	49
Tabla 15 Datos Correspondientes al parámetro de Cloro Residual	50
Tabla 16 Datos Correspondientes al Parámetro de Coliformes Fecales	51
Tabla 17 Clases de calidad y los valores asignados al BMWP.....	52
Tabla 18 Determinación de Macroinvertebrados del área de la Vertiente	54
Tabla 19 Dosificación del cloro en la planta potabilizadora de la comunidad Domingo Sabio (Si la concentración del cloro líquido es de 0,5% - 500mg/l).....	62
Tabla 20 Medidas correctivas generales para la comunidad de Domingo Sabio.	68

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa de Georreferencia de la ubicación de puntos para la toma de muestra....</i>	35
Figura 2 <i>Mapa de vegetación del área de estudio “Domingo Sabio”</i>	36
Figura 3 <i>Filtros para mejor tratamiento del agua potable de la comunidad de Domingo Sabio</i>	61
Figura 4 <i>Diagrama de la red de Agua Potable de la comunidad de Domingo Sabio.</i>	64
Figura 5 <i>Propuesta de la Red de Agua Potable de la comunidad de Domingo Sabio.</i>	66

RESUMEN

La presente investigación se orientó en encontrar falencias en el sistema de red de agua para consumo humano de la comunidad de Domingo Sabio, parroquia Quiroga, Cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, mediante análisis físicos, químicos, biológicos y microbiológicos para la próxima comparación con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2011.

La metodología utilizada fue determinar puntos estratégicos desde donde inicia el recorrido del agua, su proceso de tratamiento y la distribución de esta, se tomó 6 puntos de muestreo los cuales fueron: Vertiente – Tanque de almacenamiento – Tanque de distribución – Casa inicial- Casa intermedia- Casa final a la comunidad de Domingo Sabio.

Los resultados obtenidos que no cumplen con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2011 fueron:

Nitritos, estos son indicadores importantes en la calidad del agua y pueden llegar a ocasionar problemas gastrointestinales en la salud humana.

Fosfatos, la excesiva cantidad de este parámetro ocasiona crecimiento de algas, esto provoca aumento de nutrientes en el agua y dificulta la oxigenación del agua.

Cloro residual, puede resultar muy toxico para el ser humano, generando problemas en la salud de quien consume.

Dureza total, esto se debe a altos niveles de sales de calcio y magnesio que se encuentran en el agua, al no tener ningún tratamiento para esta falencia, ocasiona problemas renales en la salud de la población.

Finalmente se desarrollaron medidas correctivas que ayuden a reducir los parámetros que se encuentran sobre los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2011, y a la vez medidas generales de limpieza y mantenimiento de toda la red de agua para consumo humano de la comunidad Domingo Sabio.

Palabras clave: calidad de agua, vertiente, agua potable, Comunidad Domingo Sabio

ABSTRACT

This research was aimed at finding shortcomings in the water network system for human consumption in the community of Domingo Sabio, Quiroga parish, Cotacachi Canton, Imbabura province, through physical, chemical, biological and microbiological analyzes for the next comparison with the Ecuadorian Technical Standard INEN 1108:2011.

The methodology used was to determine strategic points from where the water course begins, its treatment process and its distribution, 6 sampling points were taken, which were: Spring - Storage tank - Distribution tank - Initial house - Intermediate house - Final house for the community of Domingo Sabio.

The results obtained that do not comply with the Ecuadorian Technical Standard INEN 1108:2011 were:

Nitrites, these are important indicators of water quality and can cause gastrointestinal problems in human health.

Phosphates, the excessive amount of this parameter causes algae growth, this causes an increase in nutrients in the water and makes it difficult to oxygenate the water.

Residual chlorine can be very toxic to humans, causing health problems for those who consume it.

Total hardness, this is due to high levels of calcium and magnesium salts found in the water, by not having any treatment for this deficiency, it causes kidney problems in the health of the population.

Finally, corrective measures were developed to help reduce the parameters that are above the maximum permissible limits of the Ecuadorian Technical Standard INEN 1108:2011, and at the same time general cleaning and maintenance measures for the entire water network for human consumption in the community of Domingo Sabio.

Keywords: water quality, spring, drinking water, Domingo Sabio Community

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

En la comunidad “Domingo Sabio”, se instaló un sistema de agua entubada para el consumo humano como un servicio básico que dispone, siendo un aspecto determinante en algunas comunidades de la provincia de Imbabura.

La calidad de agua es una debilidad significativa para esta población, considerando que al ser una comunidad no disponen de conocimientos extensos en este tema, por tal motivo la calidad de agua para consumo es de vital importancia ya que con el pasar del tiempo si esta no cumple un proceso adecuado, esta puede llegar a ocasionar problemas en la salud de los consumidores. Se establece que el agua procede de una vertiente natural y es conducida a través de tuberías hasta las viviendas sin ningún tipo de tratamiento para la potabilización de este líquido, siendo un problema significativo que puede repercutir en la salud de quienes consumen.

El agua en condiciones de calidad (propiedades físicas, químicas, bacteriológicas) es un bien que requiere la comunidad “Domingo Sabio” y que actualmente es una necesidad básica de su población, que puede ser considerado como un índice de pobreza o deficiencia de obras de infraestructura básica.

Esta agua parcialmente tratada es destinada al consumo humano y usos domésticos por la población de esta comunidad, por lo que es pertinente determinar su análisis de calidad para detectar efectos adversos de cualquier tipo de contaminación que actualmente tiene este líquido, de manera que se garantice la seguridad y limpieza que contribuya al bienestar general en las actividades de esta población.

La junta de agua de la comunidad, realizan sesiones periódicas a la comunidad con el fin de analizar y solucionar problemas que existan en ese momento, la sesión se realizó antes de la

pandemia en el mes de febrero del año 2019 , esto quiere decir que no se ha podido realizar ningún tipo de análisis a la calidad de agua que consume la población , debido a la emergencia sanitaria que paso el país este sistema se ha visto descuidado y olvidado, los análisis no se han realizado en los últimos 2 años , realizan salidas de campo para la verificación de que no exista ningún problema en el sistema de distribución, del mismo modo se hacen mingas con la comunidad para la limpieza ya sea de la cobertura vegetal que se encuentra en la vertiente y los tanques de almacenamiento del agua, por lo que es pertinente realizar la presente evaluación y establecer posibles alternativas correctivas, como un proyecto de mejoramiento de la calidad de este servicio.

La presente investigación tiene como objetivo verificar la calidad de agua de consumo que dispone la comunidad “Domingo Sabio”, mediante el análisis físico, químico y microbiológico, de manera que se aporte con posibles soluciones técnicas que intervengan en la eficacia de las operaciones y que cumpla con la normativa cada parámetro evaluado. El análisis químico y microbiológico de las muestras de los sitios establecidos y de acuerdo con el marco muestra, se realizó en los laboratorios de la PUCESI, determinándose los parámetros físicos de turbidez, temperatura, color. Los parámetros químicos de pH, dureza, cloro residual, cloruros, nitritos y los parámetros biológicos coliformes fecales, y macroinvertebrados si los hubiese. Para la realización de esta investigación se aplicarán las técnicas y métodos que están regulados por el INEN en cuanto a requisitos de agua potable, muestreo y otros factores inmersos en esta investigación.

Es relevante realizar la evaluación de la calidad del agua de consumo humano de la comunidad “Domingo Sabio”, para sustentar la generación de propuestas correctivas que permitan alcanzar niveles permisibles de la calidad del agua y garantizar el consumo a sus habitantes.

CAPÍTULO II

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Evaluar la calidad de agua de consumo humano que se distribuye en la comunidad “Domingo Sabio”, Parroquia Quiroga, Cantón Cotacachi, Provincia Imbabura, para la generación de propuestas correctivas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar puntos estratégicos del cauce de la vertiente “Domingo Sabio” y su distribución potable por medio del sistema de información geográfica, para la obtención de muestras de agua.
- Analizar los parámetros fisicoquímicos y biológicos de la calidad del agua que se distribuye en la comunidad Domingo Sabio.
- Generar propuestas correctivas para el sistema de abastecimiento de agua para la comunidad Domingo Sabio, proponiendo mejoras en el sistema de distribución.
- Socializar los resultados de la investigación mediante una charla dirigida a los representantes de la comunidad Domingo Sabio.

1.2 HIPÓTESIS

¿La calidad de agua potable en la comunidad de Domingo Sabio, ubicada en la parroquia de Quiroga, cantón Cotacachi es apta para el consumo humano según los límites máximos permisibles establecidos en la norma INEN 1108:2011?

CAPÍTULO III

2.1 ESTADO DEL ARTE

2.1.1 El agua

Este es un recurso natural que posee características específicas, de gran significado para todos los seres vivos, este es el más abundante de los recursos en el planeta Tierra, el agua es un recurso indispensable para la sociedad su abastecimiento y saneamiento es importante y fundamental para la vida diaria (Domínguez et.al, 2019).

El agua es utilizada en toda actividad antrópica y natural, por lo cual su uso más usual es ser empleada como agua potable para consumo humano, siendo esta sin olor, sin color y sin sabor, y esta no se encuentra en muchas cantidades favorables en el mundo, es por eso que es importante mantenerla sin contaminación (Rosado, 2019).

2.1.2 Agua potable

Se denomina agua potable cuando el agua tiene un sistema determinado por un conjunto de obras de captación, tratamiento, conducción, regulación, distribución y suministro domiciliario desde una planta de tratamiento o estanques, por medio de conducciones de tuberías para entregar a sectores de uso doméstico, industrial u otros, por medio del cumplimiento de las normas de calidad establecidas por las regulaciones sanitarias estatales (Cárdenas & Patiño , 2019). Los elementos que componen un sistema de agua potable son los siguientes:

- Captaciones
- Plantas de tratamiento
- Sistema de conducción

- Estanques de regulación
- Matrices
- Redes
- Conexiones domiciliarias

2.1.3 Agua cruda

Es el agua que está en estado natural no posee ningún cambio en sus características, por tal motivo esta no recibe ningún tratamiento para modificar su naturaleza, esta no siempre se encuentra segura para el consumo humano, debido a que no ha recibido ningún tipo de tratamiento para su saneamiento y garantizar la seguridad de consumo en los habitantes, esta no puede estar conectada directamente a una red de distribución de agua, esta agua cruda es proveniente de fuentes naturales como de aguas subterráneas, al consumirla sin previo tratamiento puede llegar a ocasionar problemas en la salud de los consumidores , ya que pueden poseer ciertas características que no les vuelven aptas para el consumo, como es la turbiedad, sólidos en suspensión, bacterias, hongos entre otros. (Organización Mundial de la Salud, 2013)

2.1.4 Agua subterránea

Es el agua que se encuentra bajo la superficie terrestre, esta puede ser colectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje, o mediante su fluidez natural hacia la superficie o manantiales. La manera para obtener el agua de origen subterráneo generalmente se realiza con tecnología actual, por medio de los cuales se capta el agua subterránea para la dotación del hombre para su posterior tratamiento para el consumo humano (Lugo & Muñoz , 2018).

2.2 CALIDAD DEL AGUA

El agua debe poseer ciertas particularidades que le vuelven aptas para el consumo humano, por tal motivo esta debe cumplir con características físico, químicas y biológicas, sea en su estado natural o después de haber sido tratada, alterada bajo cualquier sistema por acciones antrópicas. Organismos públicos y privados evalúan la calidad del agua para consumo humano, ya que esta debe cumplir con un riguroso cuidado, para su próximo análisis y que este se encuentre apto con los estándares. (ONU, 2015).

2.2.1 Calidad de agua potable

El término de calidad de agua se define al agregado de parámetros que muestran que el agua puede ser usada para distintos propósitos sin causar daños a la salud del ser humano, la calidad del agua tiene valor si está relacionada con el uso del recurso.

2.3 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL AGUA

2.3.1 Color

El color del agua depende de las sustancias que se encuentren disueltas y de las partículas que se encuentren en suspensión. El color se clasifica como: verdadero al que depende solamente el agua y sustancias disueltas y el color aparente es el que incluye las partículas en suspensión que son las que generan turbidez. El color aparente es el de la muestra tal como se obtiene en el sistema a estudiar. Para establecer el color verdadero es necesario filtrar la muestra para eliminar todas las partículas suspendidas (Villanueva & Ávila , 2019).

2.3.2 Olor y sabor

El olor del agua puede ser indicador de contaminación de esta, por algún producto químico o por sufrir un proceso de eutrofización, el olor es desagradable debido a la presencia simultánea de varios elementos que pueden producir ciertos olores.

El sabor del agua es como consecuencia de la mineralización, esta es muy fácil de detectar al gusto ya que si existe sabor en el agua que consume la población, esto indican que existe contaminación o por la presencia de algas, bacterias u hongos. Algunos hongos que se pueden presentar producen un sabor a tierra , las algas dependiendo el tipo producen su sabor, el magnesio en el agua puede tener un sabor amargo. (Lara, 2021).

2.4 ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA

Los aspectos físicos del agua se basan en que se debe tener un agua sin presencia de turbidez, color, olor, sabor.

La presencia de olor y sabor en el agua se debe a distintas formas de uso que le da el ser humano como es en la realización de bebidas, o pertenecientes a industrias textiles, esto se debe a que en el agua se encuentran sustancias químicas que son volátiles a la vez que también se puede encontrar material orgánico que se encuentra en estado de descomposición, también encontramos residuos procedentes de industrias, en la turbidez se puede encontrar algunos agentes patógenos y estos están junto a sólidos suspendidos (Cárdenas & Patiño , 2019).

La mayoría de los problemas de la contaminación del agua se debe a microbios que se pueden encontrar en estos, pero también existen problemas muy riesgosos de salud debido a la contaminación química del agua para el consumo humano.

Existen componentes químicos que ocasionan problemas en la salud del ser humano, solo en un caso de contaminación exagerada se puede saber que el agua no es apta para el consumo humano, debido a que no se puede tomar, posee un mal olor y tiene una mala apariencia.

Existen varios productos químicos en el agua que son peligrosos para el consumo humano, pero algunos de estos representan un problema sumamente grave y el efecto es inmediato, es por esto por lo que se debe tener medidas de cuidado y control en el sistema de abastecimiento de agua (Torres & García, 2018).

2.4.1 Turbidez

La turbidez es cuando existe partículas en suspensión en el agua, esto aspecto se puede visualizar a simple vista cuando el agua no es transparente, es por esto que el medir la turbidez en el agua es importante para que no exista la presencia de partículas como: (arena, arcilla y otros materiales). Cuando el agua este de un color diferente quiere decir que existe sólidos en suspensión, por tal motivo la turbidez en los análisis se verá afectada, y ocasiona que salga valores mayores en la turbidez del agua (Galarza & Valenzuela , 2013).

La turbidez es considerada uno de los factores aceptables de medida de la calidad del agua y se mide en unidades nefelométrías de turbidez. El instrumento usado para su medida es el nefelómetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua.

2.4.2 Temperatura

La temperatura es el grado o nivel de calor o frio que tiene el agua, existen tres escalas comúnmente usadas para medir la temperatura: la escala de Fahrenheit (°F), la escala Celsius (°C) y la escala de Kelvin (K) y se puede determinar la temperatura absoluta y relativa. Las temperaturas dichas anteriormente permiten saber, medir y entender la energía del calor de una manera rápida a la vez de su facilidad de conversión de una escala u otra , con la ayuda de fórmulas.(Núñez & Paucay, 2018).

2.4.3 Potencial de hidrogeno (pH)

El pH en los análisis indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, es una medida que nos señala la cantidad de iones de hidrogeno, para la determinación de su acidez, existe una tabla donde los valores con pH menor a 7 se considera una solución acida, los valores con elevados valores de 7 es una solución alcalina, cuando existe un pH de 7 se considera que es una solución neutra.

El pH del agua pura (H₂O) es 7 a 25°C, pero cuando se expone al dióxido de carbono en la atmosfera este equilibrio resulta en un pH de aproximadamente 5.2. Debido a la asociación de pH con los gases atmosféricos y la temperatura (Domínguez et.al, 2019).

2.4.4 Dureza

La dureza en el agua nos da a entender la cantidad de sales de calcio y magnesio que se encuentran presentes en agua para consumo humano. El agua que una vez analizada obtiene valores superiores a lo que indica la normativa, indica que existe un alto índice de sales, se debe buscar métodos que ayuden a disminuir estas cantidades. La dureza del agua se expresa en miligramos por litro lo cual constituye un parámetro significativo en la calidad del agua (Moyón & Ordóñez, 2019).

Tabla 1

Rangos de Dureza

Concentración de CaCO₃ (mg/l)	Tipo de agua
0 – 60	Blanda
61 – 120	Moderadamente dura
121 – 180	Dura
> 180	Muy dura

Nota: La tabla indica la concentración de Carbonato de Calcio en mg/l, y a qué tipo de agua corresponde de acuerdo a los valores. Adaptado de Dureza del Agua por Guillen & Cañazaca,(2020).

2.4.5 Alcalinidad

La alcalinidad en el agua se debe principalmente a la cantidad de carbonatos presentes en esta, este valor se puede encontrar más comúnmente en aguas con origen subterráneo, cuando el agua posee valores elevados de alcalinidad puede ocasionar problemas en el aumento del pH. (Cárdenas & Patiño , 2019).

2.4.6 Hierro

Es el elemento de mayor abundancia en la corteza terrestre y se encuentra en muchos otros minerales, la presencia de hierro en el agua genera precipitación y coloración no deseada, cuando se presenta en concentraciones no deseadas determina un color amarillento y un sabor amargo (Cárdenas & Patiño , 2019).

2.4.7 Conductividad

Esta se define como la capacidad del agua para llevar una corriente eléctrica a través de los iones dispersos, los iones con más carga positiva son sodio, calcio, potasio, y magnesio, los iones con más carga negativa son cloruro, sulfato, carbonato y bicarbonato. La conductividad varía en función de la fuente de agua, es decir de agua subterránea, de escorrentía de la agricultura, residual municipal y de precipitación, por lo cual, esta puede ser un indicador de filtración en agua subterránea o de fugas de aguas residuales (Arévalo et.al, 2019).

2.4.8 Sulfatos

Son sales solubles existentes en el agua, a excepción de los compuestos de Plomo (Pb) y Bario (Ba) que se encuentran dispersos en todas las aguas, la concentración de los sulfatos en las aguas es variable, un factor positivo de estos que insolubilizan los metales pesados presentes en el agua disminuyendo su toxicidad (Galarza & Valenzuela , 2013).

2.4.9 Cloruros

Es uno de los iones inorgánicos que se presentan en grandes cantidades en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, su existencia es necesaria en aguas potables, su sabor salado producto por la composición en su concentración de cloruros es variable (Cruz & Vargas, 2020).

2.4.10 Cloro libre

La presencia del cloro libre en el agua para consumo humano puede ser combinado con hipoclorito y ácido hipocloroso, de este en el agua potable se halla como una mezcla de hipoclorito y ácido hipocloroso, en una proporción que varía la función del pH. (Cruz & Vargas, 2020).

2.4.11 Fosfato

El fosfato se presenta en las aguas naturales, estos son igual que los nitratos ya que sirven como nutrientes para las plantas por lo cual cuando se demuestra su exceso en el agua se forman proliferaciones de plantas (Gómez, 2019).

2.4.12 Nitrato

Este compuesto es inodoro e incoloro, en mínimas cantidades de nitrato son normales, pero en altas cantidades este puede contaminar la fuente de agua potable, los lugares más comunes donde este se aloja son en los fertilizantes, estiércol, compost y pozos sépticos, el nitrato de manera sencilla logra llegar a las fuentes de agua por el factor llamado lixiviación (Vidal, 2019).

2.4.13 Nitrito

Son compuestos solubles que tienen nitrógeno y oxígeno, estos en el ambiente habitualmente se convierten a nitratos, sin embargo, dentro de las aguas subterráneas se presentan en forma de nitritos (Villanueva & Ávila, 2019).

2.4.14 Amonio

Es un compuesto que posee nitrógeno e hidrogeno en su composición, este es preferido por las plantas para su crecimiento, de igual manera es uno de los más contaminantes por su toxicidad ya que llega a causar la muerte de todos los seres vivos en un cuerpo hídrico (Arévalo et.al, 2019).

2.4.15 Materia Orgánica

Comprende en el agua los compuestos de carbono y nitrógeno orgánico, al oxidar la materia orgánica esta da paso a la demanda biológica de oxígeno en las composiciones del agua (Cárdenas & Patiño , 2019).

2.4.16 Fluoruros

Este componente es un elemento químico electronegativo, este ion fluoruro forma compuestos fluorinados y tiene reacción en su totalidad con la materia orgánica e inorgánica, las fuentes de existencia de este componente son el agua potable y fluorada (Domínguez et.al, 2019).

2.4.17 Acidez

Este componente en el agua representa su capacidad en cantidad para reaccionar con una sustancia alcalina o un pH ácido, por lo cual su valor puede modificarse elocuentemente con el pH final utilizado en la valoración.

2.5 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA:

Estos aspectos son muy peligrosos para la salud de las personas, a esto se debe a que en el agua puede existir un sinnúmero de bacterias las cuales ocasionan serios problemas en la salud, a la vez que estas bacterias se relacionan con la contaminación por medio de heces fecales ya sea de personas como también de animales, existen también más fuentes de contaminación que son un problema.

Las enfermedades ocasionadas por el agua se deben a que existe una falla en el tratamiento y a la vez en la distribución del agua, existen diversos motivos que están asociados a que haya este problema y en posibles contaminaciones en el almacenamiento del agua, o en su red de captación, todo esto puede evitarse si se mantiene en constante control de la calidad

de agua, a la vez de proteger nuestras fuentes de agua de la contaminación (Cruz & Vargas, 2020).

2.6 SEGURIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO.

La constante evaluación y analizar el sistema de abastecimiento de agua potable genera confianza y a la vez seguridad en el agua, esto tiene que ver con la verificación del sistema de abastecimiento de agua desde la vertiente de agua la captación y hasta el consumidor del agua, se debe tomar medidas de control para que el abastecimiento de agua a la población sea eficiente.

Se considera tener un plan de seguridad el cual consiste en evaluar detalladamente el sistema de abastecimiento, realizar monitoreos frecuentes a la vez de tener una buena comunicación con el personal para que sepan informar cualquier inconveniente que se puede tener, estar siempre alertas a cualquier cambio (Arévalo et.al, 2019).

2.7 TIPOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA

De acuerdo a las necesidades y actividades antropogénicas se requieren diferentes métodos de tratamiento de aguas, los cuales se dividen; en plantas de filtración rápida y plantas de filtración lenta, y a su vez se basan al uso de la tecnología usada, en plantas convencionales antiguas, plantas convencionales de tecnología adecuada y plantas de tecnología importada o de patente (Saldaña, 2019).

2.7.1 Sistema de agua potable

La calidad de vida se ve reflejada en aspectos como el agua, el aire, el suelo y lo que proviene de esto como los alimentos y el agua para consumo humano, esta permite el desarrollo de la sociedad en todas las áreas existentes, pero esta es utilizada por medio de una distribución a

la sociedad como un sistema de abastecimiento de agua potable, para obtener este nombre debe el agua pasar por las siguientes fases según lo manifestado por (Ambuludi, 2019):

- Fase 1: Micro cuenca
- Fase 2: Fuente de agua y Captación
- Fase 3: Conducción Planta de purificación del agua de la fuente
- Fase 4: Reservas
- Fase 5: Red de Distribución
- Fase 6: Sistema Tarifario
- Fase 7: Operación y Mantenimiento

2.8 PROCESOS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA

2.8.1 Pre-cloración

Consiste en acondicionar el agua para que los métodos a futuro sean más eficaces, agregando un agente generador de formas activas de cloro a la entrada de la depuradora (Cruz & Vargas, 2020).

2.8.2 Ablandamiento

La dureza del agua permite la existencia de ciertas sales en ella, los iones que se muestran en el agua dura son Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}) y bicarbonatos (HCO_3^-), estos iones o minerales son responsables de que se produzcan depósitos en las tuberías y equipos utilizados en los sistemas de agua potable (Cárdenas & Patiño, 2019).

2.8.3 Aireación

Proceso por el cual se realiza la oxidación de la materia orgánica, eliminando sabores y olores ásperos del agua, asimismo ayuda a la reacción del bicarbonato de hierro y el sulfato ferroso en hidróxido de hierro y óxido férrico precipitándose en los floculadores (FAO, 2016).

2.8.4 Coagulación

En este proceso se adiciona una sustancia al agua, la cual tiene características coagulantes, la cual permite transferir sus iones a la sustancia que se quiera remover, neutralizando la carga eléctrica de los coloides para ayudar al desarrollo de flóculos de mayor tamaño y peso. Las condiciones de los parámetros como pH y alcalinidad del agua intervienen en la eficiencia de la coagulación, este proceso se usa para remover la turbiedad y el color (Organización Mundial de la Salud, 2013).

2.8.5 Floculación

Proceso químico, en donde se añade sustancias denominadas floculantes, aglutinando las sustancias coloidales presentes en el agua, permitiendo su decantación y su posterior filtrado (Martínez & Solis , 2014).

2.8.6 Sedimentación

En este proceso se desarrolla en condiciones de reposo del agua, con la finalidad de remover mediante la fuerza gravitacional las partículas en suspensión más densas (Martínez & Solis , 2014).

2.8.7 Filtración

Este proceso permite que el agua pase mediante un medio poroso (normalmente arena), en donde actúan mecanismos de remoción cuya eficiencia obedece a las características de la suspensión (agua más partículas) y del medio poroso, en este proceso se usa como único tratamiento cuando las aguas son muy claras o como transcurso final de pulimento en aguas turbias. Los medios porosos utilizados, además de la arena que es el más frecuente (son la antracita, el granate, la magnetita, el carbón activado, la cáscara de arroz, la cáscara de coco

quemada y molida) y también el pelo de coco en el caso de los filtros rápidos. En los filtros pausados lo más seguro es utilizar únicamente arena, no es recomendable el uso de materiales que se pudran (Domínguez et.al, 2019).

2.8.8 Desinfección

Este proceso es físico o químico el cual aprueba la eliminación de los organismos patógenos existentes en el agua la dosis que debe emplearse después de la última etapa del tratamiento cuando el agua surge en suficiente cantidad para suministrar un residuo de cloro de 1,1 a 0,2 mg/l, en toda el agua que entre al depósito o sistema de distribución de agua (Cárdenas & Patiño , 2019).

2.9 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA (NO POTABLE, O CONTAMINADA)

La falta de acceso al agua potable, junto a su saneamiento y la higiene son deficientes en la mayoría de las comunidades que se encuentran fuera de los límites políticos de cada una de sus áreas, también el inadecuado tratamiento del agua en las plantas potabilizadoras que son creadas por las comunidades, en su mayoría no son bien manejadas, por lo que sus resultados producen a largo o corto plazo enfermedades por el consumo de agua (Organización Mundial de la Salud, 2013).

Las bacterias que transmiten por el inadecuado tratamiento del agua son:

2.9.1 Shigellae dysenteriae

Esta causa la disentería conocida como la diarrea sangrante, esta enfermedad se revela con fiebres altas, señales tóxicas, retortijones, pujos intensos e incluso convulsiones, esta puede

causar epidemias de gran dimensión, con altos índices de mortalidad (Fernández , y otros, 2004) .

2.9.2 Salmonella typhi

Este es un bacilo que produce la fiebre tifoidea, esta es una enfermedad grave que logra dar parte a hemorragia o perforación intestinal, no obstante, el agente de la fiebre tifoidea logra trasladarse también por alimentos contaminados y por contacto directo con personas infectadas, la manera más común de traspaso es a través del agua. La fiebre tifoidea ha sido prácticamente eliminada de muchas partes del mundo, principalmente como resultado del desarrollo de métodos efectivos para tratar el agua (Barriga, 2013).

2.9.3 Salmonella spp

Agente de salmonelosis, es una enfermedad más habitual que la fiebre tifoidea, pero universalmente menos rívida (Barriga, 2013).

2.9.4 Vibrio cholerae

Agente etiológico del cólera, se trasfiere periódicamente a través del agua, además puede transferirse por consumo de mariscos u hortalizas crudas (Barriga, 2013).

2.9.5 Escherichia coli

Generalmente las cepas de *E. coli* que emigran al intestino son huéspedes, así mismo dentro de esta especie se hallan bacterias patógenas ocasionales de una variedad de enfermedades gastrointestinales (ONU, 2015).

2.10 CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA:

Los encargados de distribuir el agua a todo el sector son quienes están a cargo de cualquier problema que se pueda tener, de la misma forma tienen que ser responsables al momento de distribuir un agua de buena calidad a toda la población.

Por lo tanto, se debe tener un responsable de la vigilancia del abastecimiento del agua y a la vez alguien que controle perfectamente el agua que será consumida por los habitantes de la comunidad.

Una vigilancia adecuada del control del agua quiere decir que se debe estar en constante evaluación y revisión de todos los procesos que se realiza para su próxima distribución a la comunidad.

2.11 MARCO LEGAL.

En esta investigación para el análisis de resultados se tomó en cuenta la Norma Técnica INEN 1108:2011 en donde establecen normas básicas para el control de la calidad de agua de efluentes hídricos y también se basó en el marco legal acorde a la Constitución del Ecuador correspondiente al Código Orgánico del Ambiente en donde se estipulan los derechos, deberes y principios para el cuidado de la naturaleza, denominados en el séptimo capítulo del mismo en donde se nombran los siguientes derechos:

Título I

Art. 6.- Derechos de la naturaleza. Son derechos de la naturaleza los reconocidos en la Constitución, los cuales abarcan el respeto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Art. 7.- Deberes comunes del Estado y las personas. Son de interés público y por lo tanto deberes del Estado y de todas las personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades y colectivos, los siguientes:

1. Respetar los derechos de la naturaleza y utilizar los recursos naturales, los bienes tangibles e intangibles asociados a ellos, de modo racional y sostenible;

2. Proteger, conservar y restaurar el patrimonio natural nacional, los ecosistemas y la biodiversidad.

Art. 26.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales en materia ambiental.

En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales las siguientes facultades, que ejercerán en las áreas rurales de su respectiva circunscripción territorial, en concordancia con las políticas y normas emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional:

1. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido.

Art. 38.- Objetivos. Las áreas naturales incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, cumplirán con los siguientes objetivos:

1. Mantener la dinámica hidrológica de las cuencas hidrográficas y proteger los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas

Art. 276.- uno de los objetivos del régimen de desarrollo será recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

CAPÍTULO IV

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.2.1 Materiales

- Tubo de ensayo de vidrio tapa rosca (10ml)
- Vasos de precipitación de 100ml (Boeco)
- Pipeta de vidrio 10ml (Boeco)
- Cubetas Rectangulares 10ml (Spectroquant)(MERCK-K6Aa), Serie: 4501538480
- Soporte universal de acero inoxidable (Marca Industrial Nacional, Varilla de 22mm x 113cm)
- Bureta de 50ml (Glassco)
- Matraz de 100ml (Boeco)
- Cooler
- Frascos de polietileno

3.2.2 Equipos

- Potenciómetro (pH-metro), marca HORIBA, Serie: INV119
- Espectrofotómetro, modelo MERCK NOVA 60, Serie: 08250727
- Turbidímetro (Lamotte 2020e) Serie: 1979-EPA
- Colorímetro (Lamotte model Smart2), Serie: 12101800577
- Microscopio (Motic) , Serie: 30402655 , Modelo advanced B1
- Estereomicroscopio (Motic), Serie: 50406158, Modelo SPC-11
- Balanza Digital Bdcom Artemisa-2000, 0,001 g – 2000 g
- GPSMAP 64, GARMIN

3.2.3 Reactivos

- Kit de nitratos Hach
- Kit de nitritos Hach
- Kit de amonio Hach
- Kit de fósforo Hach
- Hidróxido de sodio
- Murexida
- Negro de erio-cromo
- DPD 1A Reactivo de cloro libre (LaMotte)
- DPD 1B Reactivo de cloro libre (LaMotte)
- DPD 3 Reactivo de cloro total (LaMotte)
- Compact DRY E-COLI

3.3 MÉTODO

Situación geográfica de la población

La comunidad “Domingo Sabio” está localizada en la Parroquia de Quiroga, Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura, cuenta con aproximadamente 50 familias con un total de 246 personas que están en este lugar según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia de Quiroga (GAD Parroquial Quiroga, 2016).

Se visitó de manera formal a la comunidad “Domingo Sabio” ubicada en el cantón Cotacachi de la provincia de Imbabura, con la finalidad de acordar horarios de visita e informar acerca de la investigación a desarrollar para el bienestar de los habitantes de la zona mejorando su calidad de vida por medio de la calidad del agua potable.

En los frascos de polietileno se realizó la toma de muestras compuestas de agua en un horario determinado, el cual fue con duración de 6 días con 4 horas por punto específico o muestra.

Tabla 2

Horario establecido para la toma de muestras de agua por punto específico

Puntos específicos	Hora establecida	Días establecidos
Vertiente	De 6:00 am a 10:00 am	Lunes
Tanque 1	De 6:00 am a 10:00 am	Miércoles
Tanque 2	De 6:00 am a 10:00 am	Viernes
Casa 1	De 6:00 am a 10:00 am	Lunes
Casa 2	De 6:00 am a 10:00 am	Miércoles
Casa 3	De 6:00 am a 10:00 am	Viernes

Mediante el horario establecido con duración de seis días y cuatro horas por día en cada uno de los puntos específicos se obtuvo las muestras de agua, estas fueron obtenidas por medio de la incorporación de un balde plástico en donde se colocó cada muestra obtenida por hora para obtener una cantidad de cuatro litros para obtener de estos un litro útil para su análisis.

3.4 ZONIFICACIÓN DE LA VERTIENTE Y DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD “DOMINGO SABIO”.

Se realizaron las siguientes actividades:

- Se visitó la vertiente donde se encuentra el tanque de agua que distribuye al sistema de potabilización de agua de la comunidad “Domingo Sabio”.
- Se determinaron 6 puntos estratégicos los cuales fueron en la vertiente, tanque de almacenamiento, tanque de distribución, casa principal, casa intermedia, y casa final de la comunidad mediante el uso del “GPS”.
- Se realizó a una visita en las casas que se encuentran en orden descendente de la comunidad, lo cual es la casa próxima a la planta potabilizadora, intermedia, y final de la comunidad dando un total de tres casas marcando mediante el “GPS” puntos específicos para su posterior uso.
- Introducir los puntos marcados por el “GPS”, en el programa “ArcGIS de ESRI en su versión 10.5”, mediante el cual se obtuvo un mapa de georreferencia.

3.5 ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA

3.5.1 Análisis físicos

Para el análisis físico las muestras fueron tomadas en 6 puntos los cuales son: La vertiente, tanque de almacenamiento, tanque de distribución, casa principal, casa intermedia y casa final de la comunidad, una muestra por cada punto, estos se establecieron ya que es el recorrido que realiza el agua desde su punto inicial hasta el final de la distribución potable, se colecto las muestras en frascos de polietileno de 1000ml , y su almacenamiento fue en un cooler con hielo para preservar las muestras y que llegaran a su destino final , que fue los laboratorios de Química de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra para el respectivo análisis.

3.5.2 Color - 2120

Para la medición del parámetro Color, fue necesario añadir en un vaso de precipitación 50ml de cada punto donde se cogió la muestra de agua, se procedió a tomar la medición a través del Colorímetro (Lamotte model Smart2), Serie: 12101800577, de esta manera se pudo obtener el valor de cada muestra (LaMotte, 2014).

3.5.3 Turbidez - 180

En este parámetro se utilizo Turbidímetro (Lamotte 2020e) Serie: 1979-EPA, para la obtención de los resultados de las muestras se calibro la maquina primeramente utilizando un blanco, para proceder a analizar las muestras de nuestra agua, se puso 10ml del líquido en el frasco para introducir en la máquina, se espera un tiempo hasta que salga el resultado (LaMotte, 2014).

3.5.4 Temperatura - 802

Para medir la temperatura se procedió a utilizar un frasco de precipitación para la disposición del agua de los diferentes puntos, la maquina utilizada fue el Potenciómetro (pH-metro), marca HORIBA, Serie: INV119. (LaMotte, 2014)

3.5.5 pH - 5006

En este punto de la medición se realizó con el Potenciómetro (pH-metro), marca HORIBA, Serie: INV119, se pone en un vaso de precipitación el agua de nuestras muestras y se espera hasta que salga el resultado en la pantalla de la máquina (LaMotte, 2014).

3.5.6 Conductividad - 1123

La conductividad se midió con la ayuda del equipo el Potenciómetro (pH-metro), marca HORIBA, Serie: INV119, se puso en un vaso de precipitación cada una de las muestras de

agua a analizar y se esperó que el equipo de la lectura para la toma del resultado. (LaMotte, 2014)

3.6 ANÁLISIS QUÍMICOS

Para los análisis químicos las muestras fueron obtenidas en 6 puntos desde el punto inicial hasta el final del recorrido de la investigación, para esto se necesitó de frascos de polietileno de 1000ml, cooler para preservar las muestras para próximamente ser llevadas al laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra para el respectivo análisis.

3.6.1 Nitritos - 1227730001

Se determinó mediante el Test de nitritos (NO₂-), el cual una vez que se obtuvo las muestras de los diferentes puntos y se procedió a ser llevados al laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede –Ibarra, se tomó en un tubo de ensayo 5,00ml de muestra y se añadió una microcucharada del reactivo NO₂-1, se añadió y agito vigorosamente para que la muestra se encuentre bien mezclada y el resultado salga exacto se dejó reposar 10 minutos que es el tiempo de reacción , para finalizar con la lectura de los resultados por medio del equipo Espectrofotómetro, modelo MERCK NOVA 60, Serie: 08250727 (LaMotte, 2014).

3.6.2 Hierro – 12638211

Se utilizó el Test de Hierro (Fe) , una vez que se obtuvo las respectivas muestras de agua y su próximo traslado hacia el laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede-Ibarra, se puso 5,00 ml de muestra de agua en un tubo de ensayo , luego se añadió 3 gotas del reactivo Fe-1, se agito la muestra y se dejó reposar por 3 minutos que es el tiempo de reacción, finalmente se llevó al equipo Espectrofotómetro, modelo MERCK NOVA 60, Serie: 08250727 para su lectura. (LaMotte, 2014)

3.6.3 Amonio - 182711253

Para la obtención de resultados del parámetro Amonio se utilizó el Test Amonio NH₄⁺, una vez que se procedió a llevar las muestras al laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra , se toma 5 ml de la muestra para esto se debe pipetear en un tubo de ensayo, luego se aplicó el reactivo NH₄-1 la cantidad de 0,60 ml y mezclamos , continuando se añadió el reactivo NH₄-2, 1 microcucharada , se agito vigorosamente hasta que los reactivos se hayan disuelto por completo, se dejó reposar por 5 minutos , para continuar con el reactivo NH₄-3, se aplicó 4 gotas y se volvió a dejar en reposo por 5 minutos , una vez que concluyo el tiempo se pasa hacia al equipo Espectrofotómetro, modelo MERCK NOVA 60, Serie: 08250727 , obteniendo así el resultado de las diferentes muestras. (LaMotte, 2014)

3.6.4 Fosfatos - 1007980001

Se obtuvo el resultado de fosfato con la ayuda del Test Fosfato (PO₄-3) , se añadió en un tubo de ensayo 8,00ml de agua destilada, con ayuda de la pipeta se puso 0,5ml de la muestra de agua , se mezcló y por último se añadió el reactivo de PO₄ se agito hasta que se haya disuelto por completo, se esperó el tiempo de reacción que fueron 5 minutos, se pasó a ver el resultado en el equipo Espectrofotómetro, modelo MERCK NOVA 60, Serie: 08250727, obteniendo así el resultado de este parámetro (LaMotte, 2014).

3.6.5 Dureza total - 188271123

Para la determinación de la dureza total, cálcica y magnésica, una vez con las muestras en el laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra, se añadió la solución de EDTA en la bureta de 50ml, próximamente se puso en el vaso de precipitado 25 ml de la muestra de agua, se añadió buffer 5ml en la muestra y también una cucharada de Negro de Ericromo, se agita una vez puesto debajo de la bureta , hasta que la muestra que está en el vaso de precipitado cambie de color , este color debe ser azul oscuro, una vez que ocurrió el cambio de color se analizó la reducción de hidróxido de sodio para su próximo cálculo del resultado.

Para la dureza cálcica se procedió a poner una muestra de agua en un vaso de precipitado con dos pepas de hidróxido de sodio, se esperó que se disuelva en el agua, una vez transcurrido esto se pone debajo de la bureta y se deja gotear hasta que exista un cambio de color, el color debe ser púrpura, una vez que se obtuvo este color se detiene el goteo para realizar los cálculos correspondientes y sacar el valor del resultado final.

Para la dureza magnésica solo se necesita los dos valores de dureza total junto con la dureza cálcica estos se restan y nos da como resultado el valor de dureza magnésica. (LaMotte, 2014)

3.6.6 Cloro residual - 11112234

Lo primero que se realizó fue ir por el equipo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra , ya que este análisis es in-situ, es decir que se debe hacer en cada punto determinado en este caso se analizó la casa inicial, intermedia, y final, para esto se procedió a utilizar el Colorímetro (Lamotte model Smart2), Serie: 12101800577, primero se debe encender el equipo , luego se procedió a añadir el frasco en el equipo y escanear en blanco , se tomó la muestra de agua en otro frasco y se puso una tableta DPD1A reactivo cloro libre se trituró y se agitó hasta que la tableta se haya disuelto por completo , si la solución se vuelve de color rosa no indica que si existe cloro presente, se esperó 15 segundos para escanear la muestra no se puede pasar más de 30 segundos ya que pierde su efectividad, se realizó una disolución con agua destilada debido a que se obtuvo valores muy altos de cloro en el agua, para obtener un buen resultado se diluyó en agua destilada para luego escanear y así se obtuvo el resultado. (LaMotte, 2014)

3.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se analizó E-coli , para esto se necesitó frascos de polietileno 50ml , en los cuales se pusieron las muestras de agua para ser trasladadas al laboratorio de microbiología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra , para su próximo análisis el cual se realizó con la ayuda de Compact Dry E-coli.

3.8 GENERACIÓN DE PROPUESTAS CORRECTIVAS AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Las propuestas correctivas que se implementó con la finalidad de aportar con mejoras en el sistema de la “Comunidad Domingo Sabio”, por medio de la distribución del agua potable apta para el consumo humano, previniendo así posibles enfermedades en cada una de ellas, por lo cual se realizó un “Análisis FODA” el cual permitió determinar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, dando paso al desarrollo de las propuestas correctivas dentro de la vertiente y la planta potabilizadora de agua.

Dentro de la vertiente se buscó determinar mejoras en su área directa e indirecta, lo que incluye el perfeccionamiento del ingreso a esta área, modificando su infraestructura tanto en los tanques de almacenamiento para su próxima distribución a la comunidad, lo que permitirá al personal a cargo desarrollar programas de monitoreo y seguimiento manteniendo una propuesta clara y en desarrollo por parte de la comunidad.

En la planta potabilizadora se determinará mejoras en su sistema de potabilización desde su ingreso del agua hasta su distribución a la comunidad “Domingo Sabio”, verificando cada uno de sus procesos e infraestructura.

Mediante esto se procederá a determinar las propuestas correctivas a la comunidad “Domingo Sabio”, buscando tener acopio por parte de los miembros de la junta de agua de la comunidad.

3.9 SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS

Las actividades se desarrollaron por medio de una invitación formal a los dirigentes de la Comunidad “Domingo Sabio”, logrando dar a conocer los resultados de la presente investigación.

CAPÍTULO V

4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.2 ZONIFICACIÓN DE LA VERTIENTE Y DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD “DOMINGO SABIO”

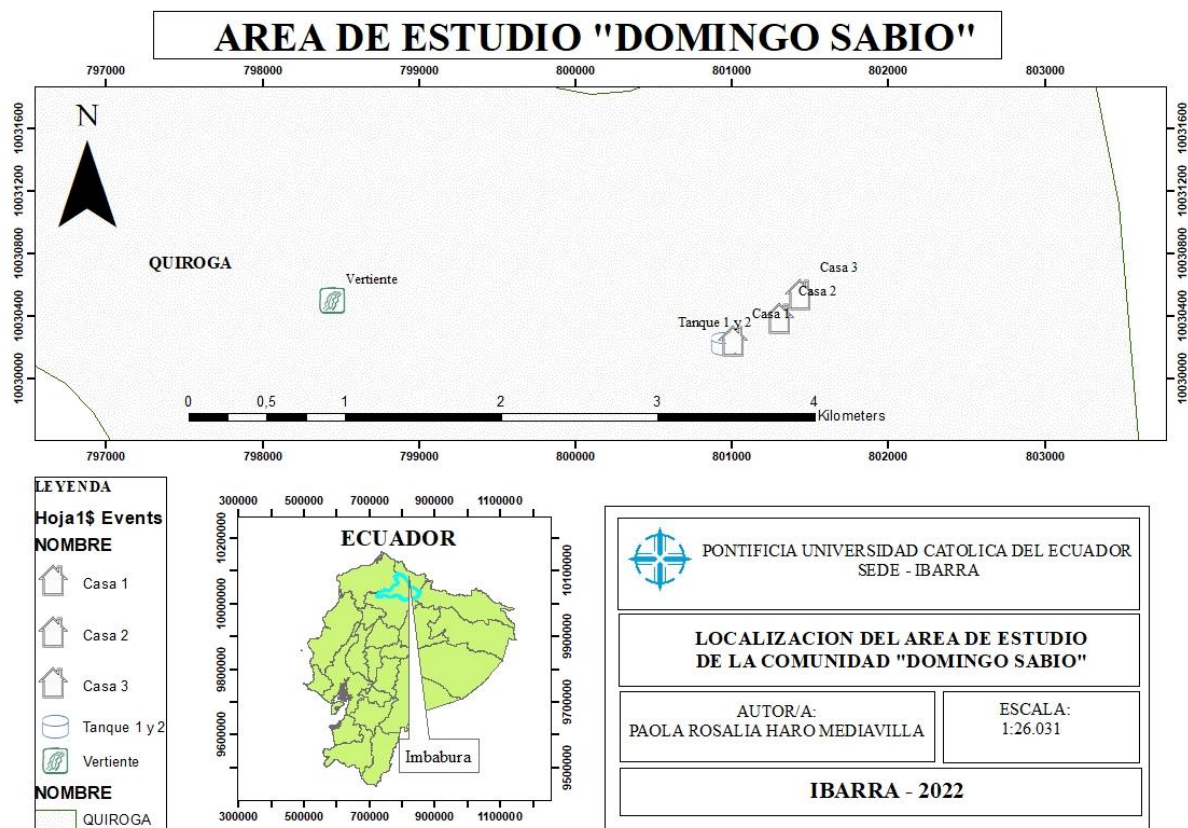
En el siguiente mapa de georreferenciación se demuestra el recorrido que se realizó desde la vertiente hasta su distribución, determinando los puntos estratégicos para la toma de muestras.

Como primer punto es la ubicación geográfica de la vertiente, la que por medio de su recorrido se permitió llegar al segundo punto que les corresponde a los tanques de distribución que se encuentran ubicados en la planta de abastecimiento de agua de la comunidad, y como tercer punto el cual se divide en 3 fue correspondiente a las casas las cuales se determinaron por la ubicación ya que la primera fue al inicio de la red , la segunda en la mitad, y la tercera al final de la red de agua para consumo, que van de manera descendiente de la planta de potabilización de agua.

Como se muestra en la figura 1, se representa el recorrido del cauce que permite la distribución de agua potable hacia la comunidad Domingo Sabio, fue de importancia determinar este recorrido porque permitió identificar los puntos de salida y entrada del agua cruda y su transformación a potable, verificando así la cobertura vegetal que abarca todo este recorrido siendo la vertiente lo más primordial.

Figura 1

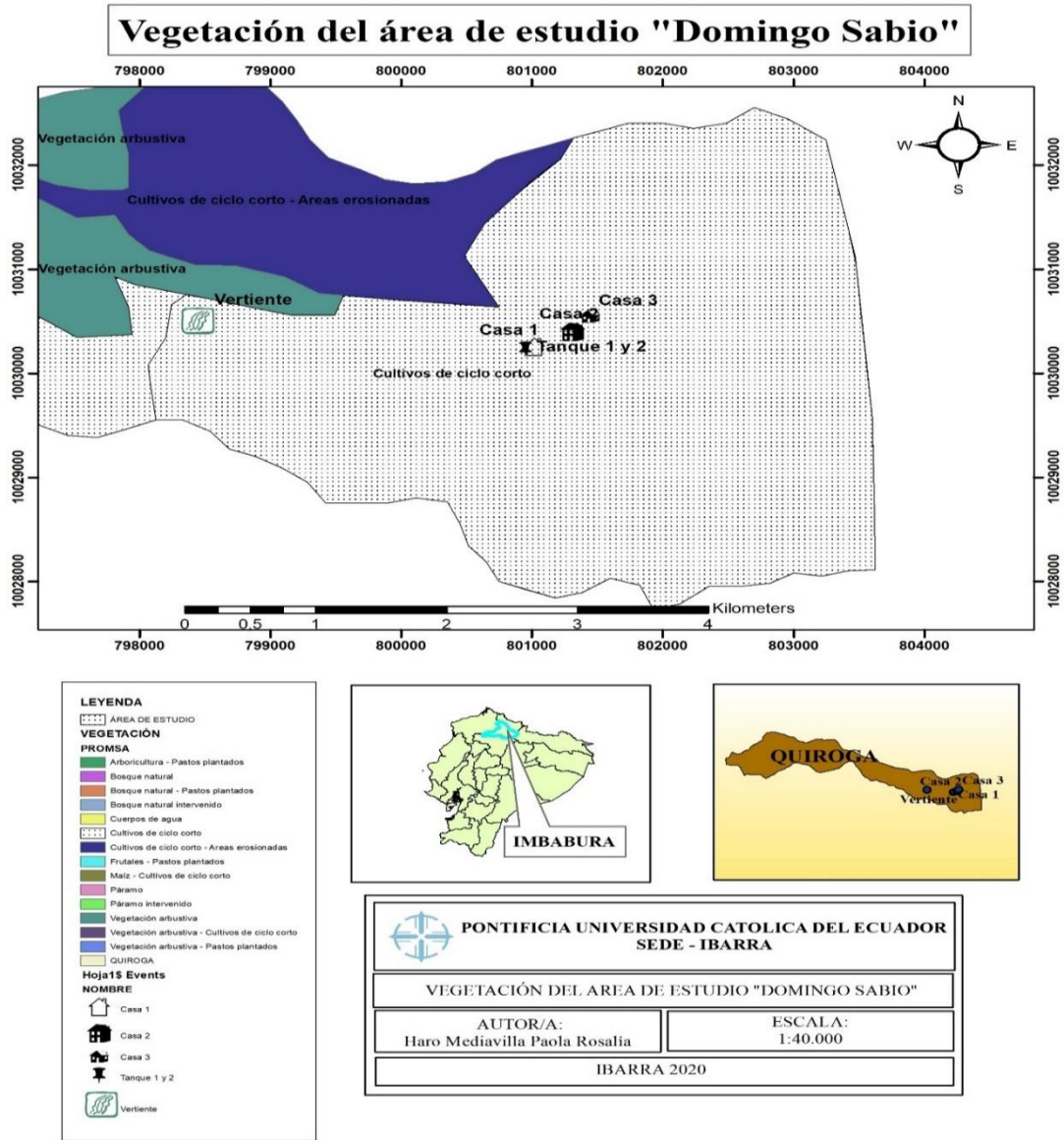
Mapa de Georreferencia de la ubicación de puntos para la toma de muestra



Nota: La figura indica la distribución de los puntos por medio del programa Arcgis de ESRI, para la toma de las muestras de agua y respectivo análisis.

Figura 2

Mapa de vegetación del área de estudio "Domingo Sabio"



Nota: La figura indica la vegetación existente en el área a estudiar

En el mapa de vegetación como se muestra en la figura 2, se aprecia la vertiente en la parte noreste del mapa, está ubicada en una zona rodeada de especies arbóreas y material vegetal variado, donde se encontró especies como:

Tabla 3

Matriz de cuantificación de especies vegetativas de la zona perteneciente al área directa de la vertiente.



Cuantificación de especies vegetales			
Nombre común	Nombre científico	Cantidad de especies en el área	Evidencia fotográfica
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	12	
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	20	

Tabla 4*Datos correspondientes de los parámetros analizados en la vertiente*

Vertiente			
Parámetro	Unidad	Valores encontrados	Criterio de Calidad Admisible Acuerdo Ministerial 097-A
Color	Unidades de color	0	75
Nitritos	mg/L	0,06	0,2
Turbidez	NTU	1,45	50
Hierro	mg/L	0,2	0,3
Temperatura	°C	14,4
Amonio	mg/L	0,23	0,4
Fosfato	mg/L	3,98	4
pH	...	6.25	6,5 – 9
Conductividad	mS/cm	0,6	...
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	584,52	...
Coliformes totales	NMP	0	...

En los parámetros analizados en la vertiente al ser agua sin ningún tratamiento se comparó con el Acuerdo Ministerial 097 A que indica los Criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios, indicando que todos los parámetros analizados en esta área cumplen con el Acuerdo Ministerial.

Tabla 5*Datos correspondientes al Parámetro Color de las áreas de estudio*

Parámetros de Color			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE-INEN 1108:2011
Tanque 1	Unidades de color	0	15
Tanque 2	Unidades de color	0	15
Casa 1	Unidades de color	0	15
Casa 2	Unidades de color	0	15
Casa 3	Unidades de color	0	15

En el parámetro de “Color”, los resultados obtenidos nos indica que cumple con los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana por tal motivo cada área de estudio no se encuentra alterada.

Ambuludi (2019), menciona que la presencia de color en el agua potable da a conocer la presencia de materia orgánica, metales como el hierro, manganeso o desechos industriales por lo cual es conveniente que esta sea incolora, ya que podría causar daños a la salud.

Tabla 6*Datos correspondientes al Parámetro de N-Nitrito*

Parámetros de N- Nitrito			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE-INEN 1108:2011
Tanque 1	mg/L	0,06	0
Tanque 2	mg/L	0,09	0
Casa 1	mg/L	0,46	0
Casa 2	mg/L	0,52	0
Casa 3	mg/L	0,49	0

En el parámetro de “Nitritos”, los resultados obtenidos nos indica que no cumple con los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana por tal motivo cada área de estudio se encuentra alterada, ocurre un aumento en las casas, debido a que no existe un mantenimiento adecuado ni periódico de las tuberías que conducen el agua hasta las casas de los pobladores de la comunidad Domingo Sabio.

Cruz & Vargas (2020), determinaron que la cantidad de nitritos en el agua se ve reflejado en el origen de esta, por sus características del sitio de captación en cuestión de materia orgánica y minerales, su presencia debe ser controlada al proceso de potabilización, ya que al no hacerlo esta podría causar enfermedades cancerígenas y gastrointestinales.

Tabla 7*Datos correspondientes al Parámetro de Turbidez*

Parámetros de Turbidez			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE - INEN 1108:2011
Tanque 1	NTU	0,3	5
Tanque 2	NTU	0,2	5
Casa 1	NTU	0,75	5
Casa 2	NTU	0,4	5
Casa 3	NTU	0,23	5

En el parámetro de “Turbidez”, los resultados obtenidos nos indica que cumple con los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana por tal motivo cada área de estudio no se encuentra alterada, aun así, logramos observar un aumento de las medidas en las casas esto se debe a que las tuberías de conducción no poseen un buen mantenimiento.

Vidal (2019) determina que el parámetro de turbidez refleja las cantidades de material en suspensión, en el agua potable este factor es riesgoso porque los materiales en suspensión podrían proceder de materia orgánica o inorgánica, incluso por el inadecuado mantenimiento del sistema de filtrado, teniendo como consecuencia riesgos a la salud de la población.

Tabla 8*Datos correspondientes al Parámetro Hierro*

Parámetros de Hierro			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE-INEN 1108:2011
Tanque 1	mg/L	0,26	0,3
Tanque 2	mg/L	0,05	0,3
Casa 1	mg/L	0,07	0,3
Casa 2	mg/L	0,01	0,3
Casa 3	mg/L	0,04	0,3

En el parámetro de “Hierro”, los resultados obtenidos nos indica que cumple con los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana por tal motivo cada área de estudio no se encuentra alterada, lo que nos indica que existen bajos niveles de concentración de hierro en el agua de consumo humano de la comunidad.

Herless & Valverde (2018) afirman que el hierro es un metal (Fe) muy común, este se puede encontrar de varias formas, pero cuando es soluble en el agua, este puede alterar sus características, por lo general esto sucede en aguas subterráneas, y cuando sus niveles sobrepasan los límites máximos permisibles, como su nombre lo indica permiten el crecimiento bacteriano, lo que produce olores y el sabor en el agua.

Tabla 9*Datos correspondientes al Parámetro Temperatura*

Parámetros de Temperatura			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE-INEN 1108:2011
Tanque 1	°C	13,06	...
Tanque 2	°C	15,93	...
Casa 1	°C	16,8	...
Casa 2	°C	16,5	...
Casa 3	°C	16,6	...

En el parámetro de “Temperatura”, se procedió a comparar con la Norma Técnica Ecuatoriana, pero cuyos valores no se especifica.

Cueva, Bravo & Blas (2018) dan a conocer que el incremento de la temperatura en el agua puede ser perjudicial para el basto de las tuberías, ya que al pasar el tiempo estas pueden estropearse, de igual manera este factor incrementa la proliferación de bacterias como *Pseudomonas* y *Escherichia coli* especialmente.

Tabla 10*Datos correspondientes al Parámetro Amonio*

Parámetros de Amonio			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE-INEN 1108:2011
Tanque 1	mg/L	0,11	1,5
Tanque 2	mg/L	0,06	1,5
Casa 1	mg/L	0,01	1,5
Casa 2	mg/L	0,21	1,5
Casa 3	mg/L	1,49	1,5

En el parámetro de “Amonio”, los resultados obtenidos nos indican que si cumple con los límites máximos permisibles la Norma Técnica Ecuatoriana por tal motivo cada área de estudio no se encuentra alterada, sin embargo, en los dos últimos puntos de muestreo se observa un incremento de la cantidad de amonio, es probable que se debe en gran parte a las tuberías que conducen el agua.

Martínez & Arias (2018), señala que el amonio es calificado como un indicador de contaminación dentro del agua, ya sea por la proliferación de algas en las tuberías, esta muestra la degradación de la materia orgánica, lo cual aprueba el crecimiento de bacterias que es perjudicial para la salud.

Tabla 11*Datos correspondientes al Parámetro Fosfato*

Parámetros de Fosfato			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE - INEN 1108:2011
Tanque 1	mg/L	9,5	0,1
Tanque 2	mg/L	5,3	0,1
Casa 1	mg/L	1,53	0,1
Casa 2	mg/L	1,83	0,1
Casa 3	mg/L	0,3	0,1

En el parámetro de “fosfato”, los resultados obtenidos nos indica que no cumple con los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana por tal motivo cada valor encontrado de las áreas de estudio se encuentran alteradas, los valores del agua sobrepasan los niveles aptos para el consumo humano, esto se debe a que existe un crecimiento de algas, generando gran cantidad en el agua de este nutriente.

Gómez (2019) sugirió que cuando el fósforo se encuentra en grandes cantidades en el agua, permite el desarrollo de algas, permitiendo el crecimiento de materia orgánica, validando su negatividad a la salud, causando daño a los riñones y produciendo osteoporosis.

Tabla 12

Datos correspondientes al Parámetro de Potencial de Hidrógeno

Parámetros de Potencial de Hidrógeno (pH)			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible
			NTE-INEN 1108:2011
Tanque 1	6.48	6.5 – 8.5
Tanque 2	7.45	6.5 – 8.5
Casa 1	7.15	6.5 – 8.5
Casa 2	7.31	6.5 – 8.5
Casa 3	7.42	6.5 – 8.5

En el parámetro de “Potencial de Hidrógeno”, los resultados obtenidos nos indica que cumple con los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana por tal motivo cada área de estudio no se encuentra alterada, lo que indica que en los diversos puntos tomados la muestra se mantiene su pH.

Pozo (2020) menciona que el pH en la calidad del agua debe ser de 6.5 a 8.5 ni más ni menos que estos valores conforme lo establece la ley, ya que al hacerlo este alteraría las características del agua potable.

Tabla 13*Datos correspondientes al Parámetro de Conductividad*

Parámetros de Conductividad			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE - INEN 1108:2011
Tanque 1	mS/cm	0,54	...
Tanque 2	mS/cm	0,47	...
Casa 1	mS/cm	0,49	...
Casa 2	mS/cm	0,53	...
Casa 3	mS/cm	0,53	...

El parámetro de “Conductividad” en los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana no especifica valores, por tal motivo solo se puede decir que la conductividad no es una medida directa de los sólidos disueltos que han sido retenidos por el sistema de filtración.

(Martínez & Arias, 2018), alude que la conductividad eléctrica depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas y de la temperatura, por lo tanto, al cambiar esta conductividad de manera ascendente permite el desarrollo rápido de sólidos disueltos en el agua.

Tabla 14*Datos correspondientes al Parámetro de Dureza Total*

Parámetros de Dureza Total			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE - INEN 1108:2011
Tanque 1	mg CaCO ₃ /L	488,42	300
Tanque 2	mg CaCO ₃ /L	411,02	300
Casa 1	mg CaCO ₃ /L	440,4	300
Casa 2	mg CaCO ₃ /L	416,36	300
Casa 3	mg CaCO ₃ /L	448,4	300

En el parámetro de “Dureza Total”, los resultados obtenidos nos indica que todos los valores encontrados no cumplen con los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana, por tal motivo cada área de estudio se encuentra alterados, como se observa en la Tabla 14, los valores indican que el agua posee gran cantidad de sales de calcio y magnesio en el agua, en cada punto de muestreo.

(Guaras, 2016), concluye que la dureza total según la norma TULSMA, es la cantidad de sales de calcio y magnesio presentes en el agua, y si existe una alta concentración de la misma puede provocar problemas renales en la salud.

Tabla 15*Datos Correspondientes al parámetro de Cloro Residual*

Parámetros de Cloro Residual			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE - INEN 1108:2011
Casa 1	mg/L	7,37	0,3 – 1,5
Casa 2	mg/L	7,58	0,3 – 1,5
Casa 3	mg/L	7,28	0,3 – 1,5

En el parámetro de “Cloro Residual”, los resultados obtenidos nos indican que los valores encontrados no cumplen con los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana, debido a una mala dosificación, por tal motivo cada área de estudio se encuentra alterada.

El cloro tiene la finalidad desinfectar el agua, lo que ayuda a controlar el crecimiento de bacterias nocivas como lo es la Escherichia E-coli, que causa diarreas en el ser humano, pero cuando la cantidad suministrada para el tratamiento no es la correcta, puede llegar a ocasionar problemas cancerígenos en la salud del ser humano, los efectos no son inmediatos, pero si pueden llegar a ser muy graves y permanentes si no se cumple con los límites máximos permisibles para el consumo.

La presencia del cloro residual corresponde a uno de los buenos indicadores para verificar el tratamiento del agua, donde se identifica que los distintos microorganismos peligrosos fueron eliminados y el agua puede ser suministrada de forma segura (Tinoco, 2019).

La norma INEN 977 hace referencia a la determinación del cloro residual, indica los parámetros y métodos de determinación del cloro residual. Donde se define como el cloro

que se queda permanente una vez que se haya tratado el agua ya sea con cloro o con hipoclorito de sodio. Comprende tanto el cloro libre como el cloro combinado.

Tabla 16

Datos Correspondientes al Parámetro de Coliformes Fecales

Parámetro Coliformes			
Áreas de Estudio	Unidad	Valores encontrados	Límite máximo permisible NTE-INEN 1108:2011
Tanque 1	NMP	0	< 1.1
Tanque 2	NMP	0	< 1.1
Casa 1	NMP	0	< 1.1
Casa 2	NMP	0	< 1.1
Casa 3	NMP	0	< 1.1

Con respecto al parámetro de coliformes fecales, en la tabla 16 se evidencia que ninguna de las muestras tomadas no presenta ningún valor, es decir, no sobrepasan los límites permisibles, indicando una buena calidad del agua, esto se debe a que no existe una vía de contaminación en todo el recorrido que realiza el agua, para su próxima distribución.

Fernández (2017) en su investigación de coliformes tanto totales como fecales, determinaron la no presencia de estos microorganismos contaminantes. *Escherichia coli* es una bacteria causante de una gran cantidad de infecciones tales como diarrea, infecciones urinarias, respiratorias e incluso en el torrente sanguíneo.

Por otra parte, *E. coli* corresponde a bacterias gram negativas que generalmente se encuentra en los intestinos animales y los seres humanos. Genera la infección en el cuerpo (a la sangre, el hígado y el sistema nervioso) (Channah & Rivera, 2014).

4.4 IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS.

A continuación, se detallan las especies encontradas en la vertiente de Domingo Sabio. Estas especies serán evaluadas como bioindicadores basados en el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), el cual, es un método simple que asigna una puntuación a todos los grupos de macroinvertebrados identificados a nivel de familia junto con los datos cualitativos requeridos sobre presencia o ausencia. Un puntaje asignado basado en la tolerancia a la contaminación varía de 1 a 10. Las familias más vulnerables tienen una puntuación de 10 y las familias menos vulnerables tienen una puntuación de 1 (Leaño & Pérez, 2020).

La siguiente tabla muestra los rangos que determinan en el método utilizado acorde al índice de Biological Monitoring Working Party (BMWP) propuesto y las clases de calidad del agua establecidas para la representación de cada color.

Tabla 17

Clases de calidad y los valores asignados al BMWP

Clase	Calidad	BMWP	Color
I	Buena	101 – 120	Azul
II	Aceptable	61 – 100	Verde
III	Dudosa	36 – 60	Amarillo
IV	Crítica	16 – 35	Naranja
V	Muy crítica	< 15	Rojo

Nota: Esta tabla muestra los rangos de determinación de la calidad del agua acorde a la puntuación obtenida del índice del Biological Monitoring Working Party. Tomado de Evaluación de la calidad del agua, por Ochieng, 2020.

Tabla 18

Determinación de Macroinvertebrados del área de la Vertiente

BMWP Puntuación	FAMILIA	IMPORTANCIA ECOLÓGICA	FOTOGRAFIA
10	Formicidae	Polinización de una serie de plantas Control de plagas	
10	Hydrophilidae	Reciclaje de la materia orgánica por medio de la descomposición Control de poblaciones de insectos	
10	Staphylinidae	Reciclaje de la materia orgánica por medio de la descomposición Control de poblaciones de insectos	

10

Anisolabididae

Control de plagas



10

Scarabaeidae

Reciclaje de la materia orgánica por medio de la descomposición
Control de poblaciones de insectos



10

Muscidae

Cumplen un papel fundamental tanto en la estructura como en las actividades humanas.
Tratamiento de residuos sólidos y líquidos.
Indicadores de la calidad del agua



10

Gryllidae

Alimentación

Pueden ser consideradas como plagas muy amenazadoras



10

Culicidae

Cumplen un papel fundamental tanto en la estructura como en las actividades humanas.

Tratamiento de residuos sólidos y líquidos.

Indicadores de la calidad del agua



10

Reduviidae

Polinización de una serie de plantas
Control de plagas



Se identificaron un total 9 familias de macro invertebrados en la vertiente de Domingo Sabio. El puntaje obtenido de acuerdo al índice del Biological Monitoring Working Party es de 90, lo cual, lo categoriza en una Clase II, con una calidad de agua aceptable lo que significa que sus aguas son aptas para el consumo humano, pero posee un cierto grado de contaminación debido al crecimiento de algas ya que en el tanque no se realiza el adecuado mantenimiento.

4.5 GENERACIÓN DE PROPUESTAS CORRECTIVAS A LOS PARÁMETROS QUE SOBREPASAN LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE ACUERDO A LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1108:2011

De acuerdo a los análisis realizados se determinó valores que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana, por tal motivo se propone a continuación varias actividades las cuales van ayudar a reducir los niveles de estos parámetros, garantizando así el bienestar de toda la comunidad de Domingo Sabio.

4.5.1 Filtros lento de grava y arena

Es muy eficaz para aclarar el agua, del mismo modo el proceso de construcción no es difícil solo se necesita una sección de concreto, con una tubería en el fondo para que esta capte el agua que fluye a través de la grava y la arena.

4.5.1.1 Beneficios del filtro de grava y arena

- Fácil implementación
- Económico
- Eficaz
- Ayuda a retener las partículas que se encuentren en el agua
- Son los más utilizados para tratamiento

4.5.2 Filtros con zeolita

La zeolita ayuda a ablandar el agua dura por tal motivo permite aumentar la capacidad de filtración, tiene una durabilidad de más de 5 años aproximadamente, solo requiere un retro lavado simple que se puede hacer frecuentemente para conservar su eficiencia y desempeño.

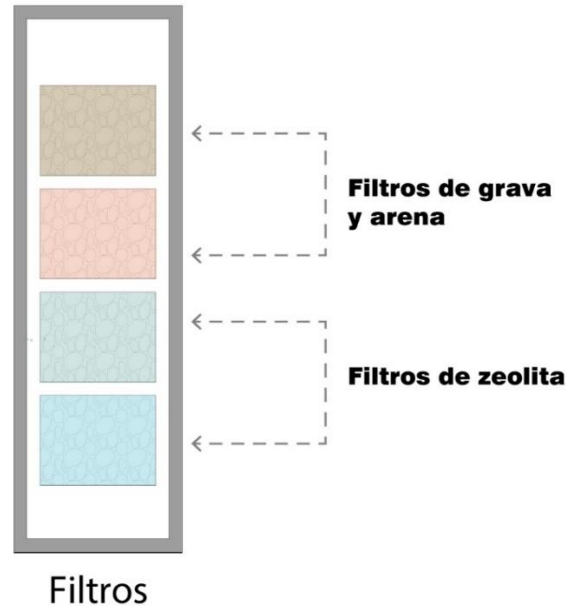
Las zeolitas atrapan los iones de calcio y magnesio y liberan iones de sodio en su lugar, por lo que el agua se vuelve más suave pero más rica en sodio.

4.5.2.1 Beneficios de la zeolita para el tratamiento agua:

- Ablanda el agua absorbiendo el calcio y magnesio presentes en esta
- Mejora la claridad del agua
- Neutraliza el agua ligeramente acida
- Eficiente para purificar el agua
- La implementación es económica

Figura 3

Filtros para mejor tratamiento del agua potable de la comunidad de Domingo Sabio



Nota: La figura indica la disposición de los filtros divididos en 4 secciones para un mejor tratamiento.

4.5.3 Dosificación del cloro residual en el agua potable de la comunidad Domingo Sabio

El sistema de cloración en la planta de potabilización de la comunidad Domingo Sabio es defectuoso, debido a la falta de capacitación para la dosificación adecuada en el tanque de cloración.

Según la (Organización Panamericana de la Salud & Organización Mundial de la Salud, 2006), indican la cantidad adecuada que se debe administrar de acuerdo a la cantidad de litros de agua que se tenga en el tanque de cloración de la comunidad de Domingo Sabio.

La comunidad cuenta con un tanque de 3m x 3m con una profundidad de 1,5m, calculando el volumen nos da un resultado de 13,5m³ de agua que se encuentra en los tanques lista para ser clorada.

Tabla 19

Dosificación del cloro en la planta potabilizadora de la comunidad

Domingo Sabio (Si la concentración del cloro liquido es de 0,5% - 500mg/l)

Volumen del Agua	Cantidad de cloro normalmente	Cantidad de cloro de emergencia
5 Litros	20 gotas (1mililitro)	40 gotas (2 mililitros)
20 litros	4 mililitros (1/2 tapita)	8 mililitros (1 tapita)
200 litros	40 mililitros (5 tapitas)	80 mililitros (10 tapitas)
1000 litros	200 mililitros (25 tapitas)	400 mililitros (50 tapitas)

Nota: La tabla indica la dosificación de cloro de acuerdo a la cantidad de litros de agua, con una concentración de cloro liquido de 500mg/l. Adaptado de Tratamiento y desinfección de Agua para consumo humano por medio de cloro por OPS&OMS, (2006).

Como indica la Tabla 19, la comunidad de Domingo Sabio tiene 246 habitantes aproximadamente, es así que se procede a realizar el cálculo de cuanto de cloro de debería poner en cada tanque para la próxima distribución.

Existen 2 tanques para cloración los cuales tienen una capacidad de $13,5\text{m}^3$ cada uno, dando un almacenamiento de 27m^3 , para estos se necesita 5400 mililitros de cloro, es decir 2700mililitros en cada tanque de cloración.

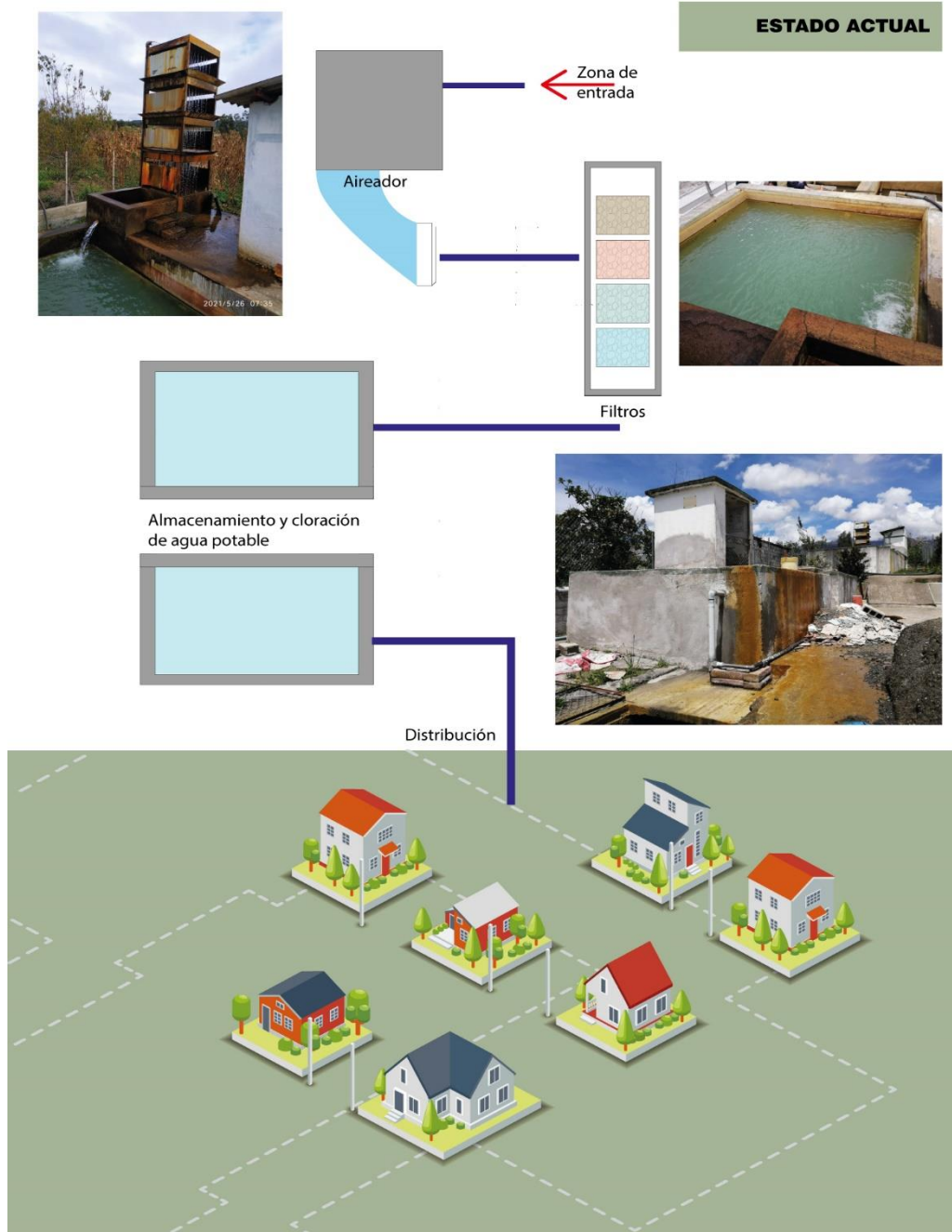
4.6 PROCESOS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA DE LA COMUNIDAD DE DOMINGO SABIO

La planta de potabilización realiza los siguientes procesos y sus deficiencias:

- Sistema de aireación. - presenta deterioro y oxidación.
- Sistema de filtración. – posee una falta de mantenimiento.
- Sistema de abastecimiento. – falta de limpieza en el tanque.
- Sistema de cloración. – mala dosificación.
- Distribución. – problemas con las tuberías de conducción del agua.

Figura 4

Diagrama de la red de Agua Potable de la comunidad de Domingo Sabio.



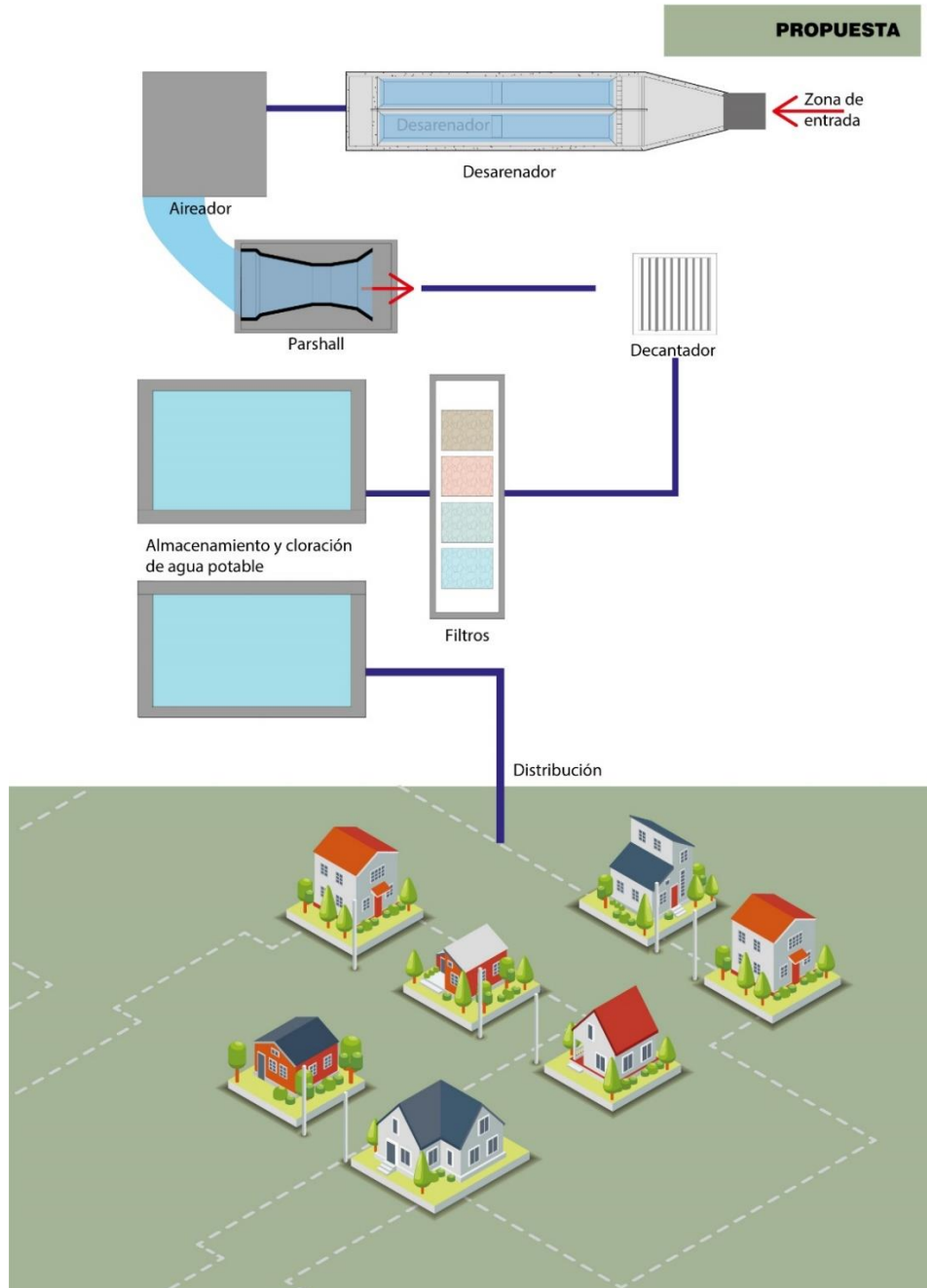
Nota: La figura indica los diversos procesos que realiza en la planta de potabilización de agua para su próxima distribución a la comunidad de Domingo Sabio.

En la Figura 3, podemos observar cómo es la planta de potabilización del agua, el proceso que realiza antes de ser conducida hacia las viviendas de la comunidad.

Cada uno de estos procesos no se encuentra en condiciones adecuadas para asegurar la calidad de agua para consumo humano de la población, debido a que no cuenta con un seguimiento y mantenimiento periódico de las instalaciones, por tal motivo se propone a continuación el siguiente sistema para proporcionar un mejor tratamiento en el agua de consumo humano de la comunidad de Domingo Sabio.

Figura 5

Propuesta de la Red de Agua Potable de la comunidad de Domingo Sabio.



Nota: La figura indica los cambios que se pueden realizar en la planta con la finalidad de obtener mejores resultados en el tratamiento de agua potable.

Como se puede observar en la Figura 5, indica cambios en la estructura de la planta potabilizadora, la implementación de un desarenador lo cual va ayudar a eliminar partículas sólidas que se encuentren en el agua, como siguiente paso esta la aireación la cual se debe reemplazar por una de acero inoxidable ya que la que se tiene esta muy deteriorada, una canaleta Parshall para que por medio de esta medir el flujo de agua, para tener una medición exacta de la cantidad de agua que ingresa a nuestro sistema de potabilización , el decantador nos ayudara a los sólidos suspendidos se precipiten y el agua se aclare, en el sistema de filtrado se contara con filtros de grava, arena y zeolita para proporcionar una agua apta para el consumo humano, como último punto los tanques de abastecimiento y cloración los cuales con la dosificación adecuada de cloro se entregara a la comunidad una agua en óptimas condiciones y cuidando siempre el bienestar de la ciudadanía.

4.7 MEDIDAS CORRECTIVAS GENERALES PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE DOMINGO SABIO.

Las medidas correctivas generales se las hace para garantizar aún más el bienestar de la comunidad, debido a que el mantener la red en perfectas condiciones y el personal que se encuentra a cargo de esta labor debe estar en constantes capacitaciones, velando por la seguridad sanitaria del agua que consume toda la comunidad de Domingo Sabio.

Tabla 20*Medidas correctivas generales para la comunidad de Domingo Sabio.*

Actividad	Responsable	Herramientas
Realizar mingas de limpieza general de la vertiente, la planta potabilizadora y tuberías.	Junta del agua de la comunidad	Azadones Machetes Rastrillos
Reforestar el área de la vertiente con el fin de cuidar la zona.	Junta de agua de la comunidad	Especies forestales Hoyadora Abonos
Implementar señaléticas en toda la red de agua	Junta de agua de la comunidad	Señalética adecuadas conforme lo establece la norma NTE INEN 439:1984, que indica Colores, señales y símbolos de seguridad
Capacitación al personal a cargo de la distribución del agua de la comunidad.	Junta de agua de la comunidad	Técnicos capacitados Materiales audiovisuales

4.8 SOCIALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue socializada con la participación de 2 miembros delegados de la junta de agua de la comunidad de Domingo Sabio y estudiantes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede-Ibarra, quienes cursan la materia de Seminario de Titulación, con la finalidad de obtener una valoración de aceptación de la presente investigación, tomando en cuenta que el método de calificación es en escala del 1 al 5, siendo 5 la calificación más alta.

Se determinó que la investigación expuesta tuvo una significancia importante entre los presentes, de modo que en la pregunta numero 6 cuyo título es, si el tema investigado tiene relevancia en la sociedad con un 90% de aceptación en el público , en la siguiente pregunta hablamos de perspectivas para estudios complementarios posteriores dando un porcentaje de aceptación del 84% , del mismo modo el 90% de los presentes indican que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto, y el 80% de los presentes indicaron que si se logró cumplir con todos los objetivos propuestos en la investigación.

CAPITULO VI

6.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos en base a los análisis físico, químico y biológico se analizó la calidad de agua de consumo humano que se distribuye en la comunidad “Domingo Sabio”, Parroquia Quiroga, Cantón Cotacachi, Provincia Imbabura, se comparó con la Norma INEN 1108:2011, existiendo parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles tales como: nitritos, fosfatos, dureza total y cloro libre residual, dando como resultado una agua no apta para el consumo humano debido a que puede ocasionar problemas en la salud de los habitantes en un futuro.
- Se determinaron los distintos puntos establecidos para la toma de muestras para su posterior análisis de agua, con el fin de obtener los puntos estratégicos que permitan el muestreo de la forma más óptima posible.
- De acuerdo con el estudio realizado en la comunidad de Domingo Sabio se logró determinar las falencias que existen tales como: la falta de limpieza en todo el proceso de abastecimiento y distribución del agua, también la inadecuada dosificación del cloro, ocasionando así problemas en todo el sistema, el garantizar un agua en excelentes condiciones hace que esta cumpla con la norma y a la vez cuide de la salud de sus habitantes.
- Se propuso medidas correctivas tanto en la vertiente del lugar, como adecuando la zona para su próxima distribución ya que desde ese punto se determinaron ciertos valores encontrados que pasaban los niveles permisibles según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2011, causando contaminación en el agua potable para consumo humano, la cual se debe corregir para que todo el sistema de potabilización sea eficaz y ayude a los demás procesos a ser eficientes.
- De acuerdo a la socialización dio como resultado la acogida a las medidas correctivas para la mejora de la red de agua potable de la comunidad de Domingo Sabio.

6.2 RECOMENDACIONES

- Establecer horarios de limpieza de la Vertiente y de los Tanques de distribución ya que debido al descuido de los encargados de esta distribución dejan que se proliferen las algas dando un mal tratamiento al agua.
- Realizar mingas con los moradores de la comunidad Domingo Sabio con el fin de adecuar el lugar donde se encuentra la vertiente y posteriormente los tanques de distribución.
- Para reducir la dureza del agua, es recomendable utilizar métodos de ablandamiento los cuales ayudan a precipitar los compuestos de magnesio y calcio que posee el agua.
- Generar conciencia en los habitantes de la utilización adecuada del agua debido a que hoy en día existe un desperdicio de agua que se va incrementando día a día por tal motivo se pretende que las personas hagan el uso adecuado de este recurso

5.3 BIBLIOGRAFIA

- Ambuludi, K. (2019). *Evaluacion de la calidad bromatológica de agua de uso doméstico de la ciudad de Machala*. Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, Carrera de Bioquímica y Farmacia, Machala. http://186.3.32.121/bitstream/48000/14674/1/E-8500_AMBULUDI%20JUMBO%20KARLA%20JESSENIA.pdf
- Arévalo, E., Viena, G., & Lázaro, R. F. (2019). *Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el caserío de Pamashto en Lamas, tulizando energia solar fotovoltaica*. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Tarapoto. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/36050/B_Ar%c3%a9valo_%20PEM-Viena_%20RG-Fababa%20_MRJ-L%c3%a1zaro%20_CEY.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barriga, C. (2013). *“El consumo de agua contaminada y su relación con la salud de los pobladores del recinto cauchal*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Esmeraldas. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2961/1/50701_1.pdf
- Cárdenas , D., & Patiño , F. (2019). *“Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de tutucán, cantón paute, provincia del azuay*. Universidad de Cuenca, Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- Channah, R., & Rivera, B. (2014). *La calidad del agua, E coli y su salud*. 1-5. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fextension.arizona.edu%2Fsites%2Fextension.arizona.edu%2Ffiles%2Fpubs%2Faz1624s.pdf&clen=609477&chunk=true
- Cruz, L., & Vargas, D. (2020). *Estudio del riesgo por fosfatos, nitratos y nitritos en el agua del Rio Magdalena para abastecimiento de Giradot-Ricaurte*. Universidad Piloto de Colombia, Ingeniería Civil, Cundinamarca. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/7462/TESIS%20FINAL%20MARZO%2009%20%202020%20DYL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cueva, H., Bravo, S., & Blas, R. (2018). *Impactos Ambientales del Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Mocupe, Perú*. *Revistas UNPRG Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, 12. <http://revistas.unprg.edu.pe/openjournal/index.php/revistacientifica/article/view/564/115>
- Domínguez , R., León , M., Samaniego , J., & Sunkel , O. (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad* . https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf
- FAO. (2016). *Contaminación provocada por los sedimentos*. <http://www.fao.org/3/w2598s/w2598s04.htm>
- Fernández , M., Fernández , C., Martínez , G., Pérez, E., Cruza , C., & Acosta , J. (2004). *Etiología de la diarrea con sangre en menores de 5 años*. *Revista Cubana de Pediatría*, 76(4).http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312004000400006
- Fernández, M. (2017). *Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrifugas*. *ICIDCA*, 51(2), 70-73. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcjpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F2231%2F223154251011.pdf&clen=211378>
- GAD Parroquial Quiroga. (2016). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Quiroga, Cantón Bolívar*. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360027590001_PDOT%20GR%20Quiroga_07-12-2016_13-46-06.pdf
- Gago, S. (2013). *Informe de prácticas pre-profesionales realizado en la municipalidad provincial de huancayo area de control de calidad de agua potable*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37225895/INFORME_DE_PRACTICAS_gago_alberto_sindy_milagros.pdf?1428355536=&response-content-

disposition=inline%3B+filename%3DMUNICIPALIDAD_PROVINCIAL_DE_HU
ANCAYO_GER.pdf&Expires=1633560490&Signature=PxIMNbRmc2IDy-oa1sA

Galarza , D., & Valenzuela , J. (2013). *Diseño y construcción de un sistema de reutilización del agua en la mezcla del hormigón*. Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4652/1/UPS-KT00083.pdf>

Gil , M., Soto , A., Usma , J., & Gutiérrez, O. (2012). *Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos*. *Scielo*, 7(2), 52-73.
<http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>

GIRH. (2014). *Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)*.
<https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>

Gómez, M. (2019). *Validación del método del ácido ascórbico para la determinación de fósforo total y ortofosfato en agua potable, natural y residual en el LICAMSENA-CCIT*. Universidad de Córdoba , Facultad de Ciencias Básicas , Montería.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/2595/GomezSalazarMariaCamila.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Guaras, A. (2016). *Cuantificación de magnesio a partir de la dureza total y calcio del río dos bocas de la parroquia el progreso*.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7712/1/guaras.pdf>

Jesús Contreras, Patricia Silva. (30 de Mayo de 2020). *Inventario Florístico y vegetación del cráter de la Alberca de Teremendo*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Michoacán.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512020000100107&script=sci_arttext

Lara, G. (2021). *Manejo y Conservación del Agua* .
http://instipp.edu.ec/instipp/assets/pdf/guias/manuel/s3_manejodelagua.pdf

- Lugo , M., & Muñoz , P. (2018). *Valoración de los bienes y servicios ambientales hidrogeológicos por el método de precios hedónicos: análisis de escenarios para la zona de descarga de descarga de acuífuga de acuíferos de seis y os de seis veredas en Villeta - edas en Villeta. Ciencia Unisalle.*
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1766&context=ing_ambiental_sanitaria
- Mallqui Canchumanya, Ever Angel. (2019). *Evaluacion de la velocidad de transferencia de oxígeno, en un sistema de aireación de agua.* Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Química. Huancayo: UNCP.
http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5196/T%20010_43497890_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez , K., & Solis , C. (2014). *Analisis comparativo de coagulantes, fluculantes y decantacion lastrada aplicados en el procdeso de eliminacion de agentes contaminantes en un sistema de afluentes.* Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa , Arequipa.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3990/IQmaalkj074.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, C., & Arias, D. (2018). *Evaluacion de factores que inciden en la calidad del agua potable del Municipio de Sylvania-Cundinamarca.* Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23903/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%20VERSION%20FINAL.pdf>
- Moyón, C., & Ordóñez, D. (2019). *Construccion de un prototipo de red de nodos inteligentes para supervisar la calidad y niveles del agua potable en los tanques de reserva de EP-EMAPAR.* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13488>

- Núñez, F., & Paucay, A. (2018). *Evaluación de la calidad físico-química y microbiología de la planta potabilizadora de agua del Barrio Las Americas*. Departamento de Ciencias de la Vida Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal Amazónica, Puyo. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/T.AMB.B.UEA.3190.pdf>
- ONU. (2015). *Decenio Internacional para la Acción "El agua fuente de vida"*. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Organización Mundial de la Salud. (2013). *Guías para la calidad del agua potable*. https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Ortega, L. (2016). *Zonificación hídrica en manejo y conservación del medio ambiente*. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja: Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17334/1/LUIS%20ALFREDO%20ORTEGA%20ABAD.pdf>
- Pérez, R., & Ramos, G. (2018). *Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de puyhúan grande del distrito y provincia de huancavelica – 2018*. http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2181/TESIS_2018_ING.AMB._PEREZ%20CHANCA%20Y%20RAMOS%20CASTELLANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pool Herless; Lenin Valverde. (2018). *Determinación de la concentración de hierro, manganeso y cobre en aguas del río chiminero de la provincia de Cajabamba*. Universidad Privada del Norte, Carrera de Ingeniería Ambiental, Cajamarca. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21341/Tirado%20R%20c%20ado%20Pool%20Herless%20-%20Valverde%20G%20c%20b3mez%20Lenin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pozo, J. (2020). *Manejo de residuos orgánicos procedentes de procesadoras avícolas artesanales de la provincia de Imbabura*. Pontificia Universidad Católica Del

Ecuador Sede Ibarra, Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Ibarra: PUCE-SI.

Rosado, M. (2019). *Incidencia del agua de servicio público en la salud de los estudiantes de la unidad educativa vinces provincia de los ríos*. Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7234/P-UTB-FCJSE-CNATURALES-000003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

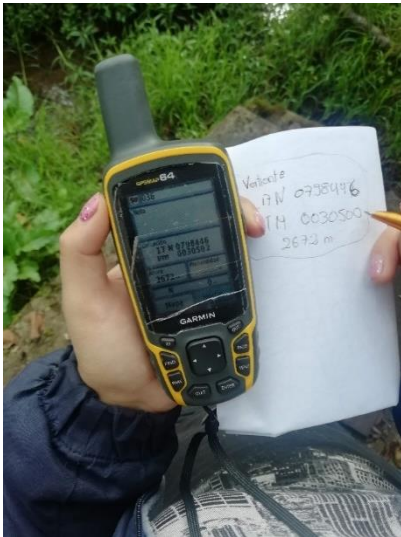
Saldaña, A. (2019). *Caracterización de la calidad y evaluación del tratamiento dado al agua para consumo doméstico en la ciudad de celendín – cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca. https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3568/TESIS_CHARACTERIZACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20Y%20EVALUACION%20DEL%20TRATAMIENTO%20DADO%20AL%20AGUA%20PARA%20CONSUMO%20DOMEST.pdf?sequence=1&isAllowed=y

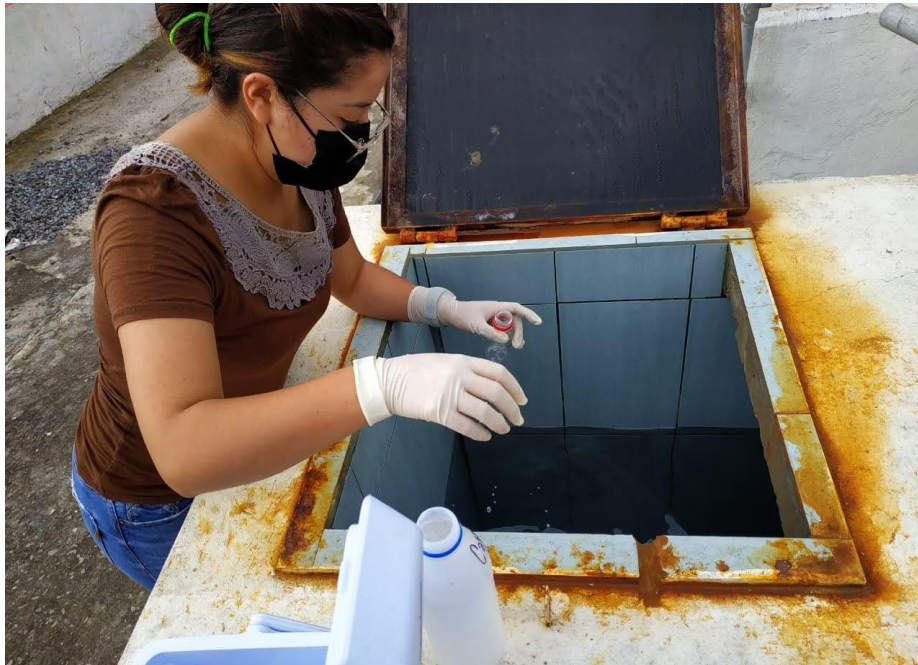
Tinoco, J. (2019). *Niveles de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable en una institución de educación superior en la ciudad de cali en el año 2019*. Universidad Santiago de Cali, Cali. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Frepository.usc.edu.co%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12421%2F3262%2FNIVELES%2520DE%2520CLORO.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&clen=1194060>

Torres, E., & García, M. (2018). *Diseño del sistema de agua potable con planta de filtración rápida en las localidades de Atahualpa, Alto Sol y Ricardo Palma, Provincia de Mariscal*. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Tarapoto. file:///C:/Users/CIR.%20BOL%C3%8DVAR%20I7/Downloads/Torres_DE-Garc%C3%ADa_TM.pdf

- Vaca, G. (2016). *Elaboración de propuestas correctivas al sistema de abastecimiento de agua de la parroquia de gualea mediante la evaluación de la calidad del agua*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17092/1/CD-7664.pdf>
- Vidal, L. (2019). *Calidad del agua de suministro y salud humana en la microcuenca del río Carrizal. Factibilidad de un prototipo de potabilización*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Lima.
file:///C:/Users/CIR.%20BOL%C3%8DVAR%20I7/Downloads/Lucas_vl.pdf
- Villanueva , M., & Ávila , J. (2019). *Análisis de calidad del agua (turbiedad y color) de un sistema de filtración de flujo ascendente construido con materiales granulares para bajantes de agua lluvia* . Universidad Católica de Colombia.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24923/1/AN%C3%81LISIS%20DE%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20FILTRACI%C3%93N%20DE%20FLUJO%20ASCENDENTE%20PARA%20BAJANTES%20DE%20AGU.pdf>

5.4 ANEXOS

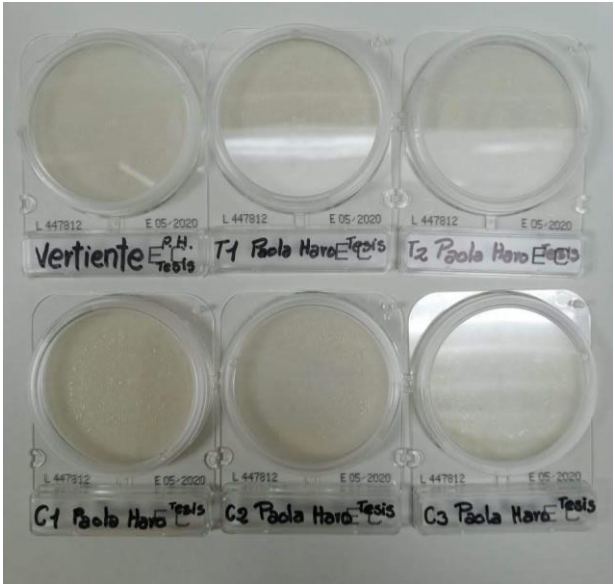


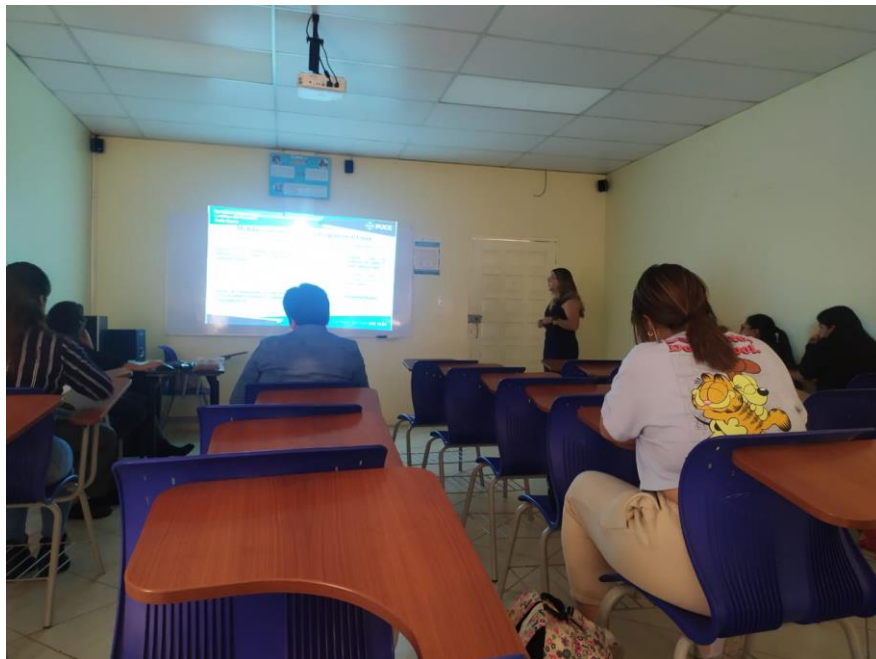












Los requisitos y el procedimiento para la creación de nuevas juntas administradoras de agua potable se desarrollarán reglamentariamente por la Autoridad Única del Agua.

En el cantón donde el gobierno autónomo descentralizado municipal preste el servicio de manera directa o a través de una empresa pública de agua potable y esta cubra los servicios que por ley le corresponden, en toda su jurisdicción, no podrán constituirse juntas administradoras de agua potable y saneamiento.

Las juntas administradoras de agua potable y saneamiento, formarán parte del consejo de cuenca a través de sus representantes sectoriales, según lo establezca el Reglamento de la presente ley.

Art. 44.- Deberes y atribuciones de las juntas administradoras de agua potable. - Constituyen deberes y atribuciones de las juntas administradoras de agua potable comunitarias, los siguientes:

1. Establecer, recaudar y administrar las tarifas por la prestación de los servicios, dentro de los criterios generales regulados en esta Ley y el Reglamento expedido por la Autoridad Única del Agua;
2. Rehabilitar, operar y mantener la infraestructura para la prestación de los servicios de agua potable;
3. Gestionar con los diferentes niveles de gobierno o de manera directa, la construcción y financiamiento de nueva infraestructura. Para el efecto deberá contar con la respectiva viabilidad técnica emitida por la Autoridad Única del Agua;
4. Participar con la Autoridad Única del Agua en la protección de las fuentes de abastecimiento del sistema de agua potable, evitando su contaminación;
5. Remitir a la Autoridad Única del Agua la información anual relativa a su gestión, así como todo tipo de información que les sea requerida;

6. La resolución de los conflictos que puedan existir entre sus miembros. En caso de que el conflicto no se pueda resolver internamente, la Autoridad Única del Agua decidirá sobre el mismo, en el ámbito de sus competencias

7. Participar en los consejos de cuenca de conformidad con esta Ley.

Art. 51.- Incumplimiento de la normativa técnica. En caso de incumplimiento de la normativa técnica emitida por la Agencia de Regulación y Control del Agua para la prestación del servicio, la junta administradora de agua potable será notificada para que en el plazo establecido se elabore el plan de mejora. El gobierno autónomo descentralizado municipal dará la asistencia técnica para la elaboración de dicho plan y brindará apoyo financiero para su ejecución.

La Autoridad Única del Agua aprobará el plan de mejora y una vez finalizados los plazos establecidos en el plan de mejora la Agencia de Regulación y Control del Agua evaluará el servicio.

En caso de incumplimiento la junta administradora de agua potable será intervenida por el gobierno autónomo descentralizado municipal, o por delegación de este, por el gobierno parroquial correspondiente, hasta que se cumpla el plan de mejora. (Asamblea Nacional, 2014)