

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DE PUERTO RICO, PROVINCIA DE TOCACHE - 2021”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR: Romero Torres, Percy Gustavo**

**ASESOR: Morales Aquino, Milton Edwin**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2021**

# U



## TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Contaminación ambiental

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

## CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geología

# D

## DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

## DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71922511

## DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44342697

Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-2250-3288

# H

## DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cabrera Montalvo, Abrahams Moises	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	71034553	0000-0003-2052-0081
2	Torres Marquina, Marco Antonio	Ingeniero metalurgista	22514557	0000-0003-4006-7683
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biologo-microbiologo	21257549	0000-0001-5596-0445



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 20:00 horas del día 01 del mes de octubre del año 2021, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

- Mg. Abrahams Moises Cabrera Montalvo (Presidente)
- Ing. Marco Antonio Torres Marquina (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°1152-2021-D-FI-UDH**, para evaluar la **Tesis** intitulada: “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DE PUERTO RICO, PROVINCIA DE TOCACHE - 2021”, presentado por el (la) **Bach. PERCY GUSTAVO ROMERO TORRES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO** por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

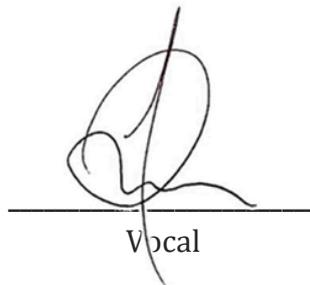
Siendo las 20:56 horas del día 01 del mes de octubre del año 2021, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por haberme brindado la vida y darme las fuerzas para seguir adelante, por permitirme llegar hasta esta instancia de mi formación profesional.

A mi papá Samuel y mi mamá Elvira, por ser los pilares más importantes, por brindarme el amor más puro que puede existir y guiarme por el buen camino con cada uno de sus grandes consejos.

A mis siete hermanos por los buenos consejos, por los momentos significativos, porque siempre están dispuestos a escucharme y brindarme una ayuda en lo que necesite.

A mis amigos por compartir los conocimientos y brindarme todo el apoyo necesario.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN .....	x
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos .....	2
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.7.1. Viabilidad en recursos técnica.....	4
1.7.2. Viabilidad en recursos financieros.....	4
1.7.3. Viabilidad en recursos metodológicos .....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	5
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	16
2.1.3. Antecedentes locales .....	18

2.2. BASES TEÓRICAS .....	20
2.2.1. Calidad de aguas.....	20
2.2.2. Contaminación del agua.....	21
2.2.3. Sustancias que contaminan el agua.....	21
2.2.4. Parámetros Físicoquímico de calidad de agua .....	22
2.2.4.1. Color.....	22
2.2.4.2. Olor y sabor.....	23
2.2.4.3. Turbiedad .....	23
2.2.4.4. Temperatura.....	24
2.2.4.5. Sólidos .....	24
2.2.4.6. Conductividad .....	25
2.2.4.7. Alcalinidad.....	26
2.2.4.8. Acidez .....	26
2.2.4.9. Ph.....	27
2.2.5. Parámetros microbiológicos .....	27
2.2.5.1. Bacteriología .....	27
2.2.5.2. Escherichia coli .....	28
2.2.5.3. Coliformes totales .....	28
2.2.6. Estándares de calidad de agua para consumo humano.....	29
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	31
2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	34
2.4.1. Hipótesis general.....	34
2.4.2. Hipótesis específica.....	34
2.5. SISTEMA DE VARIABLES .....	35
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	36
CAPÍTULO III.....	37
MARCO METODOLÓGICO .....	37
3.1. TIPO DE ESTUDIO.....	37
3.1.1. Enfoque.....	37
3.1.2. Alcance o nivel .....	37
3.1.3. Diseño .....	37

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	38
3.2.1. Población.....	38
3.2.2. Muestra .....	38
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	38
3.3.1. Técnicas .....	38
3.3.2. Instrumentos.....	38
3.5. TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA	
INFORMACION .....	39
3.5.1. Técnicas para la recolección y procesamiento de la información	39
3.5.2. Diseño del sistema de tratamiento .....	40
3.5.3. Técnicas para el análisis de la información .....	41
CAPÍTULO IV.....	43
RESULTADOS.....	43
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO .....	43
4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL.....	52
CAPÍTULO V.....	53
DISCUSION DE RESULTADOS.....	53
CONCLUSIONES .....	55
RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	58
ANEXOS.....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.....	29
Tabla 2. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organolépticas.....	30
Tabla 3.Operacionalización de variables .....	36
Tabla 4.Parámetros físicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.....	43
Tabla 5.Parámetros químicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.....	44
Tabla 6.Parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.....	46
Tabla 7.Parámetros físicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.....	47
Tabla 8.Parámetros químicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021. ....	49
Tabla 9.Parámetros bacteriológicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021. ....	50
Tabla 10.Comparación de medias de T-student de la calidad de agua pre y post tratamiento para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.....	52
Tabla 11.Matriz de consistencia.....	63

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.Representación gráfica de los parámetros físicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.....	44
Gráfico 2.Representación gráfica de los parámetros químicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021. ....	45
Gráfico 3.Representación gráfica de parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.....	47
Gráfico 4.Representación gráfica de parámetros físicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.....	48
Gráfico 5.Representación gráfica de parámetros químicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.....	50
Gráfico 6.Representación gráfica de parámetros bacteriológicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.....	51

## RESUMEN

El presente estudio cuyo objetivo determinar la calidad del agua para consumo humano y diseñar un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE. Siendo una investigación de tipo aplicada, experimental, longitudinal y analítica con un enfoque cuantitativo, la población está compuesta por toda la localidad de Puerto Rico, y área circundante que interviene la actividad de dotación de agua para consumo de la población; La contrastación de la hipótesis fue mediante la prueba de t de student, apoyándonos en el SPSS V23.

Se obtuvo como resultados que se realiza la comparación de medias de los parámetros físicos y bacteriológicos del agua pre y post sistema de tratamiento realizado con el cloro, filtro multimedia, filtro de carbón activado granular y luz ultravioleta; observándose que una significancia de 0,038 en los parámetros físicos, por tal, el agua no es apto para consumo humano y el sistema utilizado no funciona y que en relación a los parámetros bacteriológicos se observa una significancia de 0,000 por tal se deduce que el agua es apta para consumo humano y el sistema de tratamiento de agua potable es beneficioso para la población.

Llegando a la conclusión que se realizó el sistema de tratamiento del agua para consumo humano; observándose parámetros físicos en las 16 muestras de agua en relación a valores de conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad y color dentro del límite máximo permisible, por tal, se considera el agua apta para consumo humano.

Palabras claves: sistema, tratamiento, agua para consumo humano.

## **ABSTRACT**

The objective of this study is to determine the quality of water for human consumption and to design a water treatment system for human consumption in the town of Puerto Rico, province of Tocache. Being an applied, experimental, longitudinal and analytical research with a quantitative approach, the population is made up of the entire town of Puerto Rico, and the surrounding area involved in the activity of providing water for consumption by the population; The hypothesis was tested using the student's t test, based on the SPSS V23.

The results obtained were the comparison of means of the physical and bacteriological parameters of the water before and after the treatment system carried out with chlorine, multimedia filter, granular activated carbon filter and ultraviolet light; observing that a significance of 0.038 in the physical parameters, therefore, the water is not suitable for human consumption and the system used does not work and that in relation to the bacteriological parameters a significance of 0.000 is observed for such it follows that the water is suitable for human consumption and the drinking water treatment system is beneficial for the population.

Reaching the conclusion that the water treatment system for human consumption was carried out; observing physical parameters in the 16 water samples in relation to conductivity values, total dissolved solids, turbidity and color within the maximum permissible limit, therefore, the water is considered suitable for human consumption.

Keywords: system, treatment, water for human consumption.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua se está convirtiendo en uno de los mayores desafíos que enfrentan todos los países a nivel mundial y sobre todo en el Perú; debido a la actividad del hombre, que genera cambio climático, deterioro ambiental, y otros problemas ambientales que estos van a modificar los patrones de vida de la población y comprometiendo las expectativas de las generaciones futuras que van a tener una limitación en el uso de agua apta para consumo humano.

El agua es una parte importante en la calidad de vida de las personas, por eso las actividades que se realizan para prevención de la contaminación del agua, va ser el primer medio para evitar, un mayor impacto de enfermedades en la salud pública que se presentan por las deficientes en los sistemas de cómo se abastece el agua de consumo doméstico; llevando a la alteración de las características microbiológicas físicas y químicas de las fuentes de abastecimiento, el cual va condicionar el riesgo sanitario presente en el agua, con lo cual se materializa el riesgo de llevar agentes contaminantes que van a causar enfermedades en el hombre y en los animales.

Por ello, estudio titulado “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DE PUERTO RICO, PROVINCIA DE TOCACHE - 2021”; se realizó con el objetivo de poder determinar la efectividad que el sistema de tratamiento ofrece (del componente físico químico y microbiológico) del agua para consumo humano, para que mediante los hallazgos obtenidos se puedan proponer estrategias, medidas de intervención y programas ambientales encaminados a conseguir el acceso a sistemas de abastecimiento de agua con óptimas condiciones sanitarias en las zonas rurales del país.

En tal sentido, el estudio se organizó en seis capítulos. El primero comprende el problema, los objetivos, la justificación, limitaciones y viabilidad del estudio.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, el cual incluye los antecedentes del problema de investigación, las bases teóricas para el

sustento de dicho tema, las definiciones conceptuales, la hipótesis, las variables y su operacionalización.

El tercer capítulo que está compuesto por toda la metodología de investigación, como tipo de estudio, método de estudio, población y muestra, las técnicas de recolección y análisis de datos.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados que se obtuvieron en la investigación con sus respectivas comprobaciones de hipótesis y en el capítulo quinto se muestra la discusión de los resultados. Por último, en el capítulo seis se presentan las conclusiones y las recomendaciones; incluyéndose también las referencias bibliográficas y los anexos.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El aumento de la población y todo el desarrollo de la industria hicieron que se multiplique los problemas de contaminación del agua tanto de la superficial como también de la subterránea. La contaminación del agua es producida principalmente por vertimiento de restos industriales y de aguas servidas, productos químicos basura, relaves mineros.

En estas condiciones el ciclo natural del agua ya no va tener la capacidad suficiente para limpiarla, es por ello, que se van requerir diversos procesos para desinfectarla y volverla apta para consumo humano.

Lo complejo de los procesos que constituyen el tratamiento del agua van a depender de las características que posee el agua superficial el que se va a tratar; motivo por el cual, hay necesario de preservar la calidad que tiene el agua desde su fuente para así evitar no solo costos sociales y ecológicos sino también económicos. La evaluación de la calidad del agua en forma continua comprende las siguientes fases: fuente, tratamiento, almacenamiento y distribución a la población (Alvarez, 2011).

Según cifras oficiales del año 2016, en el país hay aproximadamente seis millones de habitantes sin servicios de agua potable y cinco millones de habitantes sin servicios de saneamiento. La mala calidad del agua y los servicios se refleja en los siguientes indicadores: el 60% del agua suministrada a la población no es potable, el suministro es intermitente en el 55% de las redes y las pérdidas llegan hasta 65% del agua total (OMS, 2006).

La falta de obras que se realizan para el mejoramiento de saneamiento básico en la comunidad está provocando que las estructuras desde la captación, líneas de conducción, reservorio, cámaras de rompe presión y los sistemas de distribución se deterioren por falta de mantenimientos y que estas son factores que predisponen al incremento de bacterias que

ocasionan enfermedades en la salud de la población, esta situación aumenta el presupuesto a los gastos públicos del estado para la atención de salud a consecuencia del agua (Crites, 2012).

Y siendo El principal problema de nuestra investigación, no existen datos claros sobre la calidad del agua potable que llega a las viviendas de los habitantes de la ciudad de Puerto Rico, provincia de Tocache, por lo que esta información es vital para determinar la calidad del agua e informar a las autoridades de los resultados de esta encuesta que les permitirá tomar las medidas necesarias para adecuar el mantenimiento y / o tratamiento del agua destinada al consumo humano.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano y el diseño de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache - 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál son las concentraciones de los parámetros físicos químicos del agua que consume la población de la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache - 2021?
- ¿Cuál es la concentración de los parámetros microbiológicos en el agua que consume la población de Puerto Rico, Provincia de Tocache - 2021?
- ¿Cuál será el diseño del sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache - 2021?

## **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la calidad del agua para consumo humano y diseñar un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache.

#### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua que consume la población de la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua que consume la población de la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache.
- Elaborar un diseño de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache.

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación se realiza con la finalidad de evaluar la calidad de agua para consumo humano y diseñar un sistema de tratamiento en la comunidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache como se tiene en conocimiento el agua es un líquido básico y elemental para todas las actividades cotidianas del ser humano, como la alimentación higiene, etc. Al igual que la agricultura y las actividades industriales, en el sentido de que el consumo de agua proviene en grandes cantidades de una fuente cuando se desea utilizarla para el consumo humano de una población. Los usuarios están menos y menos satisfechos, debido a la contaminación que se observa en el agua, lo que reduce la calidad y la cantidad disponible; para lo cual se tiene que determinar la calidad del agua mediante el monitoreo de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos (Tortora, 2007).

Desde el punto de vista social, económico y cultural que atraviesa el estado peruano y a todo esto se le suma la falta de programas estratégicos dirigidos a reducir la pobreza ha contribuido a que las familias sigan viviendo en situaciones precarias. De todos los países ubicados en América Latina, el país tiene la mayor disponibilidad de recursos renovables de agua dulce, sin embargo, esta cita no es la realidad, más bien observamos una distribución asimétrica que no permite acceso a servicios básicos la población como es el agua (MINAM, 2017).

En lo ambiental: con el incremento de la población va conllevar a una necesidad de satisfacer nuestras necesidades básicas de nuestro hogar y que las actividades industriales, comercio y pecuarias van a aumentar la capacidad de consumo del agua, y estas aumentan mayor cantidad de evacuación de aguas residuales y que muy poco son tratadas y aprovechadas para el consumo, por lo tanto el agua puede ser considerada como un recurso renovable cuando se puede controlar y manejar adecuadamente su uso y tratamiento.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Las limitaciones que se identifican para la investigación son principalmente los costos económicos del análisis de los parámetros establecidos para ver la calidad del agua considerados en el estudio y para la construcción del diseño del sistema de tratamiento; ya que no se contara con ningún tipo de financiamiento todos fueron asumidos de manera integral por el investigador.

## **1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1. Viabilidad en recursos técnica**

La investigación será viable técnicamente pues se cuenta con todos los recursos necesarios para la obtener la información, como los conocimientos, habilidades y experiencia en el manejo de programas estadísticos, por lo que se considera que los recursos técnicos serán suficientes para ejecutar la presente investigación.

### **1.7.2. Viabilidad en recursos financieros**

Así mismo el estudio será viable económicamente pues el recurso económico necesario para realizar dicho estudio estará a cargo del investigador, que destinará el presupuesto requerido.

### **1.7.3. Viabilidad en recursos metodológicos**

Se contó con los recursos necesarios para realizar el estudio ya que se analizó las necesidades que pueden llegar a cumplirse a través de la idea propuesta. Además, medir en qué grado el sistema propuesto resuelve problemas y si se aprovecha de las oportunidades.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Bautista (2015) en su tesis intitulada “Diseño De Un Sistema De Distribución De Agua Para Consumo Humano En Sumaco-Cantón Quijos, Provincia De Napo” cuyo objetivo fue diseñar un sistema de distribución de agua para consumo humano en Sumaco – Quijos – Napo. El cual estuvo constituido por capítulos distribuidos de la siguiente manera: Realizar el diseño de un sistema de distribución de agua con los parámetros de selección de los equipos y elementos correctos para el consumo de los habitantes de la parroquia Sumaco, diseñar un sistema adecuado de distribución de agua, aplicando los parámetros correctos que permitan el mejor funcionamiento del sistema. el cual tuvo su resultado en El primer capítulo comienza con una breve descripción de la ubicación geográfica y las características de la parroquia de Sumaco incluye las generalidades de un sistema de distribución de agua potable. El capítulo dos propone alternativas, basadas en el sistema de distribución de agua, los tipos e instalación de la tubería, los tipos de reservorios y el tipo de red de distribución, entre las cuales se escogen las de mejor evaluación, teniendo en cuenta el costo, seguridad, contaminación y facilidad de construcción actual. El capítulo tres consiste en primer lugar de un diseño de un sistema que distribuye agua potable por gravedad con una distancia de 1063.33 m y red de distribución por ramales cerrados con una distancia de 379.21 m, y un tanque de distribución de 15 m<sup>3</sup>. En segundo lugar, consta de obras hidráulicas como: caja húmeda de captación y un sistema de desinfección. Este sistema brindará servicios a 22 familias y estará proyectada para una vida útil de 20 años. El capítulo cuatro se realizó el presupuesto de cada uno de los rubros y materiales con detalle, los cuales tienen que satisfacer las necesidades económicas de las instituciones públicas que van a financiar su construcción a futuro. En el cual se concluyó que: El diseño propuesto fue realizado

para que fuese económico, funcional y eficiente para que la población de la Parroquia de Sumaco sea abastecida con agua potable de manera equitativa hasta el año 2034, El sistema fue diseñado de manera que los posibles cambios en el desarrollo que se diera en la comunidad existan la facilidad de realizar ampliaciones a la red. El material elegido para la tubería de acuerdo a los resultados obtenidos fue de Policloruro de vinilo (PVC), por ser la de menor costo total en comparación con los otros materiales alternativos. El sistema de distribución de agua para la parroquia de Sumaco fue diseñado por gravedad mediante tubería de Policloruro de vinilo (PVC), de diámetro 40 mm para el tramo 1 y con diámetros de 50, 40, 32, y 25 mm respectivamente para el tramo 2, considerando una velocidad de diseño para el Tramo 1 (captación tanque almacenamiento) de 0.30 m/s y para el Tramo 2 (tanque almacenamiento red de distribución) de 0.646 m/s, las cuales están dentro de los rangos recomendadas por la normativa ecuatoriana. La dotación adoptada para este diseño fue de 85 l/hab\*día, asumido por la recomendación de la norma SENAGUA, este valor se determinó de acuerdo al nivel del servicio siendo este un nivel Ila, el cual brinda las condiciones para la realización del proyecto. El caudal de diseño fue obtenido en base al valor de dotación, población futura y los factores K1 y K2 (factor día máximo y factor de hora máximo), estableciéndose en: 0.312 lt/s. El costo total de la obra del presente diseño para la comunidad de Sumaco fue de \$ 87654,90. Por todo esto se concluyó finalmente que el agua está en óptimas condiciones para su consumo humano ya que se implementó un tratamiento de aireación y cloración para eliminar todo tipo de contaminantes (Bautista, 2015).

Logroño (2015) en su tesis intitulada “Diseño de un Sistema de Tratamiento de Agua Potable para consumo humano para la Comunidad Nitiluisa” cuyo objetivo ya que la Comunidad Nitiluisa es un sector de bajos recursos que carece de un Sistema de Tratamiento de Agua Potable, es Diseñar un Sistema de Tratamiento de Agua Potable para Consumo Humano en la Comunidad Nitiluisa. teniendo como

resultado Comparando los análisis realizados en el agua cruda con la caracterización y los resultados obtenidos después de que se hayan realizado los análisis correspondientes para todos con el fin de comprobar que todos están dentro de los límites según la norma NTE INEN 1108: 2006 "Agua Potable, Requisitos" y que el método de tratamiento correcto para nuestra agua. Por lo tanto, existen estudios de agua cruda y agua potable que muestran que la adición de filtros de zeolita y cloruro de poli aluminio es eficaz para eliminar fosfatos y nitritos, además de otros parámetros cercanos a los límites mostrados en la escala. Después de realizar en el laboratorio la caracterización de los parámetros microbiológicos físicos químico, es posible determinar los parámetros anómalos correspondientes a los parámetros establecidos, a saber, fosfato y nitrito. Tiene valores de 1.07 y 0.009, respectivamente, y contiene una gran cantidad de fosfato que excede los límites de la norma utilizada, NTE INEN 1108: 2006 " Agua Potable, Requisitos. Posteriormente, se realizaron experimentos o pruebas de jarras para eliminar fosfatos y nitritos hasta los límites aceptables permisibles, inicialmente utilizando policloruro de aluminio como coagulante, pero estos fueron inadecuados y algunos no determinaron el resultado. Por sus beneficios, los filtros de zeolita se utilizan primero y luego los procesos de control químico como pH, turbidez, carga microbiana, con beneficios anticipados y alcanzando los límites permisibles, eliminan fosfato y nitrito. Se determinó que la cantidad de policloruro de aluminio era de 8 ml por litro de agua destilada o 80 ppm de solución de PAC. De esta manera, se pueden recopilar los factores del valor del agua. Los resultados del estudio fueron una concentración de fosfato de 0.08 y un valor de nitrito de 0.0 dentro del rango permitido. Que sea una forma segura de utilizar la población de la zona y asegurarnos de que sea la solución adecuada en nuestro caso. Este diseño es muy importante para Nitiluisa, porque Nitiluisa es una comunidad pequeña, no hay agua potable y es derecho de todos los ciudadanos tener acceso a equipos de calidad para el desarrollo. Debido a la falta de fuentes alternativas de tratamiento de agua potable en la comunidad, el diseño es impredecible y hay un caudal de

descarga de 4.7 L / s para el sistema de diseño requerido en la industria de agua potable. Filtración, tratamiento de aglomeración y destrucción de bacterias.

Gracias a los resultados obtenidos en condiciones de alta humedad y la prueba de jarra realizada en el laboratorio de análisis de la Facultad de Ciencias de la “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”, Se puede decir que los diseños de ingeniería traídos para este propósito son eficientes y suficientes para satisfacer las necesidades del pueblo Nitiluisa, el sistema de abastecimiento de agua utilizado por los humanos en la comunidad Nitiluisa perteneciente a la iglesia Carpi. El distrito de Riobamba en la provincia de Chimborazo mejorará los medios de vida y el desarrollo comunitario de la región a través del suministro principal de agua para garantizar la salud y el bienestar de la comunidad. Se realizó la caracterización microbiológica y físico-química de varias muestras y en épocas diferentes en el año en el Laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias de la “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo” y en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la “Universidad Nacional de Chimborazo”, para comparar los parámetros que se encontraban por encima de los límites máximos permisibles de acuerdo a la Norma NTE INEN 1108:2006 “Agua Potable, Requisitos”, encontrando fosfatos y nitritos, para cuya remoción se usó un Filtro de Zeolita y el reactivo químico Policloruro de Aluminio para su floculación. Después de realizar la prueba de jarras, se confirmaron los compuestos químicos necesarios para eliminar el fosfato y el nitrito, proporcionando una calidad del 92% y 100% respectivamente, y el tratamiento utilizado fue el adecuado para este caso. Los resultados lo demuestran. Luego se realizan los cálculos de ingeniería para determinar los pasos requeridos para este sistema: rápida en vertedero rectangular; sedimentación-floculación y desinfección. Al aplicar este sistema de gestión del agua a la población de Nitiluisa, podemos distribuir equipos de calidad aptos para el consumo humano y velar por la salud de las personas que habitan en esta zona. Dado que todos tienen derecho a este servicio,

recomendamos al consejo parroquial que utilice este caso con otras personas que necesiten tratamiento de agua. Y se concluyeron que la caracterización microbiológica y físico-química del agua de captación de la vertiente en el Análisis Técnico de laboratorio de la Facultad de Ciencias de la “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo” para poder compararlos con los requerimientos de la Norma NTE INEN 1108:2006 “Agua Potable”. y luego de realizar una caracterización microbiológica y físico-química del agua cruda, se encontró que los parámetros que sobre pasan los límites de la norma en referencia y son los fosfatos con 1,07 mg/L y los nitritos con 0,009 mg/L. La prueba de trazabilidad también ayuda a determinar el tratamiento más adecuado para el agua utilizando un filtro de zeolita y agregando coagulante, policloruro de aluminio, a una tasa de 80 ppm. De estos, A elimina el 92% y el 100% de fosfato y de nitrito y después de usar la solución propuesta, nos aseguramos de que todos los parámetros estén dentro del estándar NTE INEN 1108:2006 “Agua Potable”, Nuestro sistema de procesamiento ralentiza la filtración utilizando zeolita como medio de relleno, mezcla rápida en compuestos rectangulares, mezcla con policloruro de aluminio, mezcla de contaminantes interiores de tamaño mediano, desinfección con hipoclorito de sodio. Y se decidió mantener esta confiabilidad para un recurso de calidad (Logroño, 2015).

Aranda (2015) en su tesis intitulada “Diseño de la Red de Distribución del Sistema de acueducto de la vereda San Benito del Municipio de Sibaté, Cundinamarca. El cual tuvo como objetivo diseñar de la red de distribución del sistema de acueducto de la vereda San Benito Municipio de Sibaté Cundinamarca. El diseño del sistema de acueducto de la Vereda San Benito en Sibaté Cundinamarca, surge debido a que en los predios en donde se encuentra la línea de distribución se realiza la explotación de agregados pétreos; debido a esto la línea sufre daños constantemente dejando sin suministro de agua potable a la población. De acuerdo a este problema se hace necesario trasladar la línea de distribución a la carretera rural que comunica el sector. Por otro lado, teniendo en cuenta que se deben

minimizar al máximo los costos del proyecto se aprovecharan en lo posible las obras de infraestructura existentes.

Una vez realizado el diseño de la red de distribución se modelará en un programa de computador con el fin de verificar que los cálculos cumplen con el trabajo realizado en la etapa de diseño, esto dará un panorama más amplio de comportamiento del sistema, y tuvo como resultado la utilización de herramientas tecnológicas permitió el desarrollo del proyecto debido a que no se contó con la información del sector por parte de la alcaldía municipal, y los datos suministrados por la junta administradora del acueducto fueron muy pocos. Para la propuesta de la trayectoria del nuevo sistema de distribución se utilizaron imágenes de alta resolución descargadas por medio de la aplicación Google Earth. Asimismo, por medio un polígono creado en Google Earth se exportaron las coordenadas, estos datos fueron ingresados a Global Mapper una aplicación que genera curvas de nivel. Las imágenes obtenidas se escalan en AutoCAD para poder determinar la trayectoria y longitudes reales de la zona con un margen de error mínimo. Además, se hizo el plano del área de influencia del proyecto por medio de las mismas. Para este proyecto se tomó un nivel de complejidad bajo debido a que la población al final del periodo de diseño no superó los 2500 habitantes, por otro lado, se adoptó un periodo de diseño de 25 años para el diseño de la red de distribución con el fin de garantizar el suministro de agua potable para la población futura. Esto se realizó teniendo en cuenta la tasa de crecimiento poblacional, comercial e industrial del sector.

Se realizó el cálculo de la población futura por el método Geométrico con un nivel de complejidad bajo, de acuerdo con el reglamento técnico de agua y saneamiento básico "RAS 2000" y la modelación hidráulica se realizó por medio del software EPANET, esta aplicación permite el uso de imágenes de fondo que servirán como plantillas para realizar el trazado de la red, una vez cargada la imagen inicia el proceso de modelación. El proceso práctico de esta modelación inicia con reservorios que semejan a una fuente hídrica, luego de esto

los nodos que serán los puntos de distribución y por ultimo las tuberías. La modelación hidráulica es un escenario en donde se puede comprobar el diseño realizado. Para esta modelación se encontraron valores de presión, caudales y línea de gradiente hidráulico muy similar, además se pudo comprobar que debido al exceso de presión en el sistema es necesaria la implementación de válvulas reguladoras de presión para que el sistema opere de forma adecuada, y se concluyó que el diseño de la red de distribución del sistema de acueducto permitió incorporar el uso de nuevas herramientas tecnológicas que facilitan el trabajo y ofrecen un margen de seguridad alto; la implementación de estos sistemas permitirá realizar estudios de pre factibilidad de sistemas de acueductos rurales a bajo costo debido a que no será necesario desplazar equipos grandes y recurso humano hasta el sitio del proyecto. De otro lado una de las limitaciones del proyecto es la disponibilidad de información de la red actual, censos y planos. Debido a que la junta administradora local no cuenta con la información detallada escrita del sistema de acueducto de la vereda, y por parte de la alcaldía la información que se pudo adquirir fue muy poca.

Los diámetros con los cuales se diseñó la nueva red de distribución son económicos de adquirir y teniendo en cuenta que la junta administradora local almacena más de 2km de tubería surtida con diámetros entre 2 ½" y 1" el proyecto tiene gran viabilidad de desarrollo. Además, otra de las ventajas que tiene el sector es la cercanía con Bogotá D.C. lo cual facilita la adquisición de accesorios para implementación del sistema, por otro lado, debido a que el sector es rural es fácil conseguir mano de obra no calificada para los procesos de excavación manual y transporte de materiales hasta los sitios de difícil acceso (Aranda, 2015).

Rojano (2016) en su tesis intitulada "Diseño de un Sistema de Potabilización para Aguas Subterráneas, y la Red de Distribución de Agua Potable en el caserío Tontapí Chico de la Parroquia los Andes, Cantón Patate, Provincia de Tungurahua cuyo objetivo fue diseñar un

sistema de potabilización para aguas subterráneas, y la red de distribución de agua potable en el caserío Tontapí Chico, parroquia Los Andes del cantón Patate, en el presente Proyecto Técnico, se desarrolla el diagnóstico de la infraestructura del sistema existente, la desinfección del agua para consumo humano y el diseño del sistema de distribución de agua potable para el caserío Tontapí Chico, ubicados en la parroquia Los Andes del cantón Patate. Para garantizar la calidad de agua se diseñó un sistema de desinfección con hipoclorito de calcio que se disuelve en un tanque de 250 lts, y estará ubicado en la parte superior de los tanques de almacenamiento existente. Cuyo resultado fue garantizar la calidad de agua se diseñó un sistema de desinfección con hipoclorito de calcio que se disuelve en un tanque de 250 lts, y estará ubicado en la parte superior de los tanques de almacenamiento existente. La comunidad es abastecida por la fuente en la quebrada Sudagua y Palizada con un caudal de 1,25lt/seg, de acuerdo a la concesión de agua. El proyecto consiste en un sistema de ramales abiertos, el ramal principal es de tubería PVC y su longitud es 3.027,00 metros lineales, de diámetro que varían entre 2", 1 1/4", 1", 3/4", 1/2". Las distribuciones secundarias tienen una longitud de 3.212,00 metros lineales con un diámetro de 3/4", 1/2", cuya red abastecerá perfectamente a la población. Del mismo modo, se realizó una guía de mantenimiento y operación para garantizar que los componentes del sistema funcionen durante toda su vida útil, y se concluyó que de acuerdo al diagnóstico del sistema existente se puede deducir que la causa principal del problema de abastecimiento, es el mal estado de los componentes del sistema ya que han cumplido con su vida útil de servicio, y según a la concesión de aguas en el año 2000, el último mantenimiento del sistema de agua entubada se realizó en el año de 1990.

Para lograr la potabilización del agua del sitio en estudio se planteó una planta potabilizadora para un suministro pequeño con agua cruda de buena calidad, esto de acuerdo al análisis del tipo de agua, donde se puede deducir que según las condiciones físico-químico, no es

necesario realizar sedimentación-filtración lenta a nuestra agua, ya que las partículas sedimentables y sólidos finos no exceden los límites permisibles, por lo que no compensa económicamente realizar estas unidades, sin embargo se desarrollará la desinfección del agua, para garantizar en todo momento la calidad del líquido vital. En el presente proyecto se desarrolla medidas de mitigación ambiental con el fin de disminuir el impacto y las afectaciones que se pueden producir durante la ejecución del proyecto (Rojano, 2016).

Herrera (2016) en su tesis intitulada “Diseño de un Sistema de Tratamiento de agua para consumo humano para las comunidades de Alishungo y Centro Poblado en la parroquia Teniente Hugo Ortiz, Provincia de Pastaza” cuyo objetivo fue diseñar un sistema de tratamiento de agua para consumo humano y el objeto de estudio la calidad de agua que consumen las comunidades de Alishungo y Centro Poblado, para lo cual se ha diseñado un sistema de tratamiento para agua de consumo humano, que disminuirá la concentración de contaminantes existentes en la misma, realizando un estudio previo, medición de caudales, tamaño de la población tomando como base los datos según el censo 2010 realizado por el INEC, empleando el método geométrico para una proyección de 25 años y un periodo de diseño de la obra adoptado de 25 años. Y como resultado cuando se ejecutó un muestreo del agua en el sector de la captación, para el análisis físico-químico y microbiológico, obteniendo como resultados preliminares la presencia de Coliformes Totales con 88 nmp/100ml en tiempo normal, 27 nm/100ml en tiempo lluvioso y 85 nmp/100ml en tiempo seco, dando un promedio de 66.67 nmp/100mL, el cual sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS (Libro VI, Anexo 1, Tabla 2, Límites máximos permisible para agua de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran desinfección). Además, en lo que se refiere a coliformes fecales según la Norma NTE INEN 1108:2010. Límites Máximos Permisibles. Sobrepasa los límites con una cantidad de 36 nmp/100ml. Se procedió al diseño de un filtro lento el cual se encarga de la retención de micropartículas suspendidas en

el agua para un caudal de 2,073 lt/s, continuamente un hipo-clorador para la eliminación de los contaminantes que aun estén presentes luego de haber pasado por el filtro lento, el tanque clorador tendrá una capacidad de 500 litros, que será vaciado mediante goteo a 0,0057 lt/s. en el tanque reservorio previo a su distribución. Y se llegó a las siguientes conclusiones la implementación del sistema de tratamiento de agua para consumo humano, contribuirá a que la población de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado obtengan un agua apta para el consumo como está establecido en el TULAS, y disminuir el índice de enfermedades provocadas por la misma. Los análisis bacteriológicos realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales de la Facultad de Ingeniería-UNACH, determinaron que el agua que consume actualmente las comunidades de Allishungo y Centro poblado de la parroquia Teniente Hugo Ortiz contiene una cantidad de 88 nmp/100ml en tiempo normal, 27 nm/100ml en tiempo lluvioso y 85 nmp/100ml en tiempo seco, dando un promedio de 66.67 nmp/100ml de coliformes totales, el cual supera los límites máximos permisibles que están establecidos en el TULAS (Libro VI, Anexo 1, Tabla 2, Límites máximos permisible para agua de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran desinfección). Este valor nos permite concluir que existe la presencia de un número máximo probable de 66.67 coliformes totales por cada 100ml de agua. Además, en lo que se refiere a coliformes fecales según la Norma NTE INEN 1108:2010. Límites Máximos Permisibles, sobrepasa los límites con una cantidad de 36 nmp/100ml, permitiéndonos concluir que existe la presencia de un número máximo probable de 36 coliformes fecales por cada 100ml de agua. Además, tomando en cuenta los parámetros como el pH, dureza total, color, turbiedad, conductividad, sólidos totales analizados en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH, no se encuentran fuera de los rangos establecidos en el TULAS (Herrera, 2016).

Albán (2016) en su tesis intitulada “Plan de Manejo de la Planta de Tratamiento del agua potable del barrio las Américas, para cumplir con

la normativa para agua de consumo humano” cuyo objetivo fue Realizar un estudio sobre el funcionamiento de las plantas de tratamiento de agua en el barrio las Américas para introducir medidas para mantener la calidad del agua relacionada con el consumo humano. Es por eso que este estudio se realizó para realizar una encuesta sobre el manejo de cultivos en las Américas, evaluar la condición de la calidad del agua consumida por los lugareños y brindar medidas para ayudar a mantener la calidad del agua. Los parámetros establecidos por la normativa ecuatoriana de aguas para consumo humano para evitar enfermedades por consumo excesivo de agua contaminada y se obtienen los siguientes resultados que, del análisis de aguas realizado, se describen a continuación los valores obtenidos en los diferentes parámetros analizados y sus efectos sobre la calidad de agua que consume la población (turbiedad, sólidos totales, DBO5, Coliformes totales, coliformes fecales). Y que al observar el gráfico se puede determinar que en cuanto al parámetro de turbiedad la planta opera satisfactoriamente, ya que a la salida de la misma se registra un valor de 1,82 UTN y de acuerdo a las normas INEN se establece un valor límite máximo de 5 UTN y de acuerdo a la Texto Unificado de Legislación Ambiental TULAS un valor límite máximo de 10 UTN para agua potable. Sin embargo, si se observa los valores de turbiedad a la entrada en el Punto 1 se puede apreciar que éstos son superiores a los de la salida lo que con valor promedio de 4.93 UTN determinando que el agua del río Puyo posee una mayor turbidez. Pese a que los parámetros se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles la eficiencia de remoción de la Turbiedad es de 44.05% que es muy bajo es sistema de la planta.

En base los resultados del diagnóstico realizado del área de estudio, se pudo determinar las deficiencias que presenta la planta de tratamiento y sus efectos sobre la calidad de agua que consume la población, que se describen a continuación: Proceso de desinfección a través de una cloración inadecuado, Falta de mantenimiento adecuado de la planta de tratamiento, Ausencia en las condiciones de seguridad,

Ineficiencia en procesos de tratamiento y se concluyó que de acuerdo a la caracterización físico-química y bacteriológica realizada, el agua tratada en la planta, permitió conocer que aquella no presenta condiciones para el consumo humano, ya que los parámetros como Coliformes totales, Coliformes fecales y DBO5 superan a los límites máximos permisibles que establece la Normativa. El proceso de cloración realizado en la planta no cumple con su propósito (remoción de microorganismos) ya que no se lo efectúa al final del proceso de tratamiento del agua. El componente de la planta destinado a sedimentación no cumple con los requerimientos de diseño. El tanque se encuentra deteriorado y presenta fisuras que no garantiza la efectividad de la misma. Además, las dimensiones con las que fue diseñado el tanque sedimentador exceden lo necesario para operar eficientemente. Se formuló un Plan de Manejo consistente en la construcción de un tanque de sedimentador convencional de flujo horizontal que disponga del área, longitud, anchura y profundidad necesario para garantizar que éste proceso se verifique exitosamente; un filtro lento de flujo descendente donde removerá impurezas y desarrollará una actividad biológica que garantice la remoción de materia orgánica y de agentes patógenos y realizar el proceso de desinfección al final del proceso con hipoclorito de calcio (Alban, 2016).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Leguia y Puma (2016) presento en la Universidad Nacional de San Agustín la siguiente investigación titulada “Diseño de filtros de bioarena para remover metales pesados (As, Cd, Cr, Pb y Fe) en aguas de uso doméstico” El objetivo de la investigación fue Evaluar la implementación técnico constructivo de unos Filtros con Bioarena (FBA) para remover los metales pesados (As, Cd, Cr, Pb, Fe) como un prototipo -20- de tratamiento de manera integral a una escala domiciliaria, que sea de fácil manipulación y con un bajo costo. Los resultados y conclusiones fueron las siguientes: PRIMERA: Con base en los resultados obtenidos de diferentes experimentos utilizando una variante estructurada, las muestras de agua obtenidas después de

pasar por el biofiltro no pasan los valores máximos permisibles de calidad del agua tanto de cadmio, hierro, cromo y plomo. SEGUNDA: El cambio de pH real considerado no afecta la eliminación de cromo, cadmio, hierro y plomo. Asimismo, se confirmó que el pH del agua filtrada aumentó y se mantuvo constante entre 8 y 9, probablemente debido al contacto con las aguas subterráneas. (lecho filtrante). TERCERA: Para los clavos utilizados como un cambio de rendimiento, se concluyó que el tamaño del clavo 1¼ "con un área específica de 810 cm<sup>2</sup> / kg indica la tasa de extracción más alta con una mezcla baja (0.026 ppm) y media (0.11 Da). Etc.) 74% y 93,6% respectivamente. CUARTA: La tasa de remoción de arsénico aumentó con un aumento de concentración inicial, a 0.026 ppm iniciales, con una tasa de remoción de 52.7-74%. Además, la concentración media (1,1 ppm) indica un soporte de 94,9-99,1%. QUINTA: todos los filtros que tuvieron accesorios tuvieron remociones más altas en comparación con aquellos que no tuvieron accesorios (entre 5% y 18% más altas) para concentraciones iniciales altas (1,1%). SEXTA: con los resultados obtenidos podemos llegar a la conclusión que las remociones de los metales alcanzan porcentajes del 89,5 al 99,58% (Leguia, 2016).

Vasquez (2017) presento en la Universidad César Vallejo la siguiente investigación titulada: "Análisis de la eficiencia de un Biofiltro en el tratamiento de aguas residuales para riego en Trapiche, Comas, 2017". El trabajo de investigación tiene el objetivo de demostrar la calidad del sistema de control conocido como "biofiltro", este sistema no estructurado se muestra al tener una lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) como una de los estratos filtrantes que lo conforman. Estos animales tienen la tarea de digerir la materia orgánica almacenada en el agua recolectada en las fincas del cono norte de la capital Lima. Los resultados demostraron la eficiencia de los tres Biofiltros que se usaron en el tratamiento de aguas residuales y esto se indica mediante el mejoramiento de los siguientes parámetros: conductividad eléctrica, pH, temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, cloruros, DBO, DQO, coliformes termo tolerantes, aceites y grasas. La

eficiencia del primer Biofiltro en Bola fue del 69.25 por ciento, en el segundo Biofiltro Pómez se obtuvo una eficiencia del 67.84 por ciento y por último el tercer Biofiltro Lombriz una eficiencia del 65.71 por ciento (Vasquez, 2017).

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Solis (2019) en su tesis intitulada “Evaluación de la eficacia del filtro de bioarena para la potabilización del agua en el Centro Poblado San José de Uchpas Distrito de San Francisco de Cayran – Huánuco 2019” cuyo objetivo fue evaluar la eficacia del filtro de Bioarena para la potabilización del agua ubicado en el centro poblado San José de Uchpas en el distrito de San Francisco de Cayran, ya que esta nueva tecnología es menos costosa económicamente hablando y ayuda a potabilizar el agua. En este presente trabajo se construyó el filtro de Bioarena de hormigón con cemento y llenados con arena y grava de distintos tamaños, fueron construidos un total de 16 Filtros de Bioarena. La metodología que se empleó para lograr este objetivo propuesto fue la siguiente; para la obtención de la muestra solo se sometió a evaluación un Filtro de Bioarena dado que todas las instalaciones tenían las mismas características de diseño, este filtro se ubicado en la vivienda de un poblador que participo en el proyecto, las recolecciones de las muestras de agua se realizaron en un periodo de 5 días teniendo los datos, donde se recolecto agua para su análisis antes que sea sometida a la filtración y después de la filtración siendo los días de medición de los parámetros evaluados el 9, 15, 16, 21, 22 de octubre respectivamente, estas muestras de agua recolectadas se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos considerando parámetros como Turbiedad, Solidos Suspendidos Totales, pH, Conductividad, Sales Disueltas Totales, Coliformes Totales, Escherichia Coli, Bacteria Heterotróficas, todas estas fueron comparadas con los Límites Máximos Permisibles del “Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano” DS N° 031-2010 S.A. El diseño de investigación corresponde a un pre experimental con pre prueba y post prueba sin grupo control. Los resultados que se obtuvieron fueron: Para los

parámetros físico químicos evaluados en promedio, luego de la intervención con el Filtro de Bioarena, se redujo los valores de la turbiedad y el SST, Por otro lado, se ha dado un incremento en el valor del pH, Conductividad y SDT, sin embargo, el pH es el único parámetro cuyo incremento es significativo estadísticamente y escapa de los LMP demostrando con ello la nula efectividad que tiene el Filtro de Bioarena con el pH. Para los parámetros microbiológicos, Coliformes totales antes de la intervención, el rango era hasta 305.66 con un nivel de confianza del 95%. Las Coliformes totales luego de la intervención se redujo a 49.60, con un rango hasta 141.96, con un nivel de confianza del 95%, con lo que se confirma que, estadísticamente cumple con el estándar del reglamento de la calidad del agua. Para la E. coli antes de la intervención, el rango de la E. Coli era hasta 2.96 con un nivel de confianza del 95%. La E. Coli luego de la intervención se redujo a 0.20, con un rango desde -0.19 hasta 0.59, con un nivel de confianza del 95%, estadísticamente también cumple con el reglamento de calidad de agua y finalmente para las bacterias heterotróficas el rango de las bacterias heterotróficas era hasta 650.78 con un nivel de confianza del 95%. Las bacterias heterotróficas luego de la intervención se incrementaron a 2000.4, con un rango desde 42.92 hasta 3957.88, sin embargo, esta no sobrepasa el LMP que es 500 UFC/ml. Finalmente se concluye con la investigación, que solo el parámetro que escapa del cumplimiento de los LMP, es el pH, Sin embargo, también el agua del filtrado presente parámetro microbiológico que si bien es cierto estadísticamente no muestran significancia, resultaría un problema para la salud humana. Evaluando los parámetros por separado se concluye que el Filtro de Bioarena tendrán una eficacia del 87.5%, producto de este resultado existe aún la necesidad de hacer un tratamiento químico al agua que me asegure la mortalidad del 100% de bacterias y me disminuya el pH, a mi criterio, el cloro sería la mejor opción (Solis, 2017).

Cruz y Arévalo (2016) en su investigación titulada “Efecto del uso de un método artesanal para el tratamiento de agua en comunidades

rurales de la región San Martín, Perú” cuyo objetivo fue Evaluar la eficacia y aceptabilidad del micro dosificador de cloro como sistema de tratamiento de agua para consumo humano en localidades rurales en la Región San Martín, Perú. La metodología el estudio fue realizado en cinco localidades rurales (cuatro intervenidas y una de control). Se realizaron reuniones de sensibilización, capacitación en el manejo y uso del sistema de micro dosificación de cloro y se entregaron los materiales necesarios para la implementación de la intervención. El seguimiento se realizó mediante la evaluación de la cantidad de cloro residual en el agua de consumo humano, y se midieron también los niveles de contaminación del agua. Resultados: Luego de un período de 17 semanas de seguimiento, 75,9% de los 1281 participantes usaban el sistema, la contaminación de agua antes de la intervención era > 800UFC/50mL de coliformes en las cinco localidades, luego de la intervención se redujo a cero en tres de las cuatro localidades intervenidas. Las concentraciones de cloro residual en el agua de consumo de las localidades intervenidas se encontraron en rangos adecuados. Conclusiones: El uso del micro dosificador de cloro y el sistema de participación comunitaria para lograr el consumo de agua de calidad son aceptados satisfactoriamente en las comunidades rurales estudiadas, y reducen significativamente la contaminación del agua para consumo humano (Cruz y Arevalo, 2016).

No se encontraron antecedentes respecto al tema de investigación que es diseño de sistemas de tratamiento de agua para consumo humano y su ya que este tema aún no se ha sido desarrollado en el ámbito local y es relativamente nuevo en nuestra región.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Calidad de aguas**

El agua potable es agua que no daña el cuerpo humano cuando se bebe. Los requisitos más comunes para el agua potable son: Debe ser transparente, libre de gérmenes que causen enfermedades sin compuestos que tengan un efecto grave, grave o debilitante sobre la salud humana (por ejemplo, poca turbidez, poco color, etc.). Salina, no

contiene compuestos nocivos para la salud humana. Crea un olor y sabor desagradables y no causa corrosión ni suciedad en el sistema de suministro de agua (Gallo, 2019).

### **2.2.2. Contaminación del agua**

La contaminación del agua es la presencia de materias u organismos extraños en un cuerpo de agua que implica una reacción que interfiere con su uso para un propósito particular. La contaminación ambiental puede ser natural o humana, pero existen dos tipos principales de tratamiento del agua. El agua disponible en el entorno humano no se puede utilizar porque puede contener sustancias que pueden dañar la salud, por lo que es un tratamiento de agua y un tratamiento de agua limpia que se adapta al beneficio humano. Tiene la intención de reducir la cantidad de agua contaminada después de que las personas la utilizan para fines agrícolas, industriales o domésticos. Los dos tratamientos tienen principios similares, pero los tratamientos para aguas residuales son más complejos debido a que la cantidad de volumen de contaminantes contenidos es más alta (Aurazo, 2004).

### **2.2.3. Sustancias que contaminan el agua**

Solsona (2002), indica que Las sustancias acuáticas pueden clasificarse según sus propiedades químicas, físicas o biológicas o según otras propiedades relacionadas con su uso, función o condición física. Por tanto, es posible tener múltiples sistemas de distribución. La distribución de contaminantes recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es la siguiente:

- Contaminantes biológicos y microbiológicos
- Contaminantes químicos (relacionados con la salud)
- Inorgánicos
- Orgánicos (excluidos los plaguicidas)
- Plaguicidas
- Productos desinfectantes y subproductos de la desinfección.
- Contaminantes organolépticos.

El primer bloque de contaminantes microbiológicos va a incluir a los protozoarios, bacterias, virus, parásitos y otros seres que no se pueden observar a simple vista. los contaminantes van a tener un enorme impacto en la salud pública, pues son los principales responsables de las enfermedades diarreicas.

La OMS, anualmente publica su “informe sobre la salud mundial”, cuyas estadísticas epidemiológicas muestran que las diarreas son la primera causa de enfermedad en las personas.

Hay muchos organismos microbiológicos que pueden existir en el agua, por lo que, si desea saber la presencia de microorganismos, no puede verificar todas las bacterias. Esta es la razón por la que se consideran indicadores a los organismos microbiológicos y solo se obtienen al analizar una muestra de agua. Para las bacterias, los dos indicadores que se usan con más frecuencia son los coliformes totales y los coliformes fecales. La primera va indicar una contaminación genérica, mientras que la segunda significa que el agua está contaminada con restos de heces. Las sustancias organolépticas son aquellas que van a cambiar las características del agua y que afectan los sentidos, como el sabor, el olor y el color, pero que no constituyen riesgos graves para la salud (OMS, 2009).

#### **2.2.4. Parámetros Físicoquímico de calidad de agua**

Arellano (2002), sostiene que Los parámetros físicos de la calidad del agua determinan las propiedades del agua que reaccionan por apariencia, tacto, sabor y olor, como material sólido, turbidez, color, sabor, olor y temperatura.

##### **2.2.4.1. Color**

Jimeno (2008), sostiene, muchas aguas superficiales, especialmente las provenientes de zonas pantanosas, tienen a menudo un color tal que no son aceptables para usos domésticos o industriales sin tratamiento previo para eliminar el color. Las sustancias colorantes resultan del contacto de los desechos orgánicos con el agua tales como hojas, madera, etc. En etapas

variables de descomposición. Consiste de extractos vegetales de gran variedad: el ácido húmico, taninos y humatos los cuales son producidos por la descomposición de la lignina. El hierro algunas veces está presente como humato férrico y produce un color de gran intensidad. Algunas aguas subterráneas también tienen color, en especial debido al hierro.

#### **2.2.4.2. Olor y sabor**

Romero (2010) Los olores y sabores del agua a menudo coexisten y, por lo general, parecen indistinguibles. Medir el olor y el sabor del agua ayuda a los usuarios a evaluar la calidad del agua, controlar los procesos de las plantas de tratamiento, en la mayoría de los casos, identificar las fuentes de contaminación. Tanto como el olor y el sabor pueden describirse cuantitativamente y esto va ser muy útil especialmente para casos de reclamo del consumidor; donde por lo general los olores se hacen más fuertes a altas temperaturas. los ensayos para determinar el sabor deben hacerse con muestras seguras para consumo humano existen sin número de métodos cuantitativos para expresar la concentración de olor y sabor. Y el método que más se usa consiste en determinar la relación de dilución a la cual el olor y sabor es apenas detectable, el valor de dicha relación se expresa como numero detectable de olor y sabor.

Así, tenemos, por ejemplo, el procedimiento para hallar el olor consiste en diluir muestras del agua por analizar, a 200mL, con agua destilada libre de olor, hasta encontrar la mayor dilución a la cual se alcanzó a percibir el olor.

#### **2.2.4.3. Turbiedad**

Jimeno (2008) indica El término turbidez se aplica al agua que contiene líquidos que poseen el paso de la luz a través del agua o agua con visibilidad limitada.

La turbidez puede ser causados por la suspensión de diferentes tamaños, desde la dispersión coloidal hasta la continua,

dependiendo de la naturaleza de la perturbación. En los lagos y otras aguas de ríos, la mayoría de la turbidez son causados por coloides y una mala dispersión. El caudal de los ríos desde las zonas montañosas hacia los llanos contribuye a actividades que afectan al país, como los conflictos agrícolas y ganaderos. En época de avenidas, gran cantidad de superficies del suelo son lavadas y llevadas a cursos de aguas más grandes que las reciben. Mucho de este material es inorgánico en naturaleza, pero considerable cantidad de materia orgánica es incluida.

#### **2.2.4.4. Temperatura**

Romero (2010) menciona que la determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio.

Para poder obtener muy buenos resultados, la temperatura del agua debe tomarse en el sitio de muestreo. generalmente, la determinación de la temperatura puede hacerse con un termómetro de mercurio de buena calidad. El termómetro debe introducirse en el agua, preferentemente con el agua en movimiento, y la lectura debe hacerse después de un periodo de tiempo suficiente que permita la estabilización del nivel del mercurio. Como se sabe que el mercurio es nocivo y venenoso para la salud debe prevenirse cualquier posible rotura del termómetro en agua utilizada para consumo humano.

#### **2.2.4.5. Sólidos**

Romero (2010) sostiene que es toda materia excepto agua en materiales líquidos. La maquinaria sanitaria necesita medir la cantidad de sólidos en agua y sustancias semilíquidos, desde agua potable hasta agua contaminada, aguas residuales, desechos industriales y lodos generados en las plantas de tratamiento.

- Sólidos totales: Se define como la materia que permanece como residuo al proceso de evaporación y secado a 103°C.

El valor total incluye material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos).

- Sólidos disueltos: O residuo filtrante, son directamente determinados por diferencia entre sólidos totales y los sólidos suspendidos. Si la determinación es directa, se va filtrar la muestra a través de un objeto con un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol Gooch; el filtrado se evapora en una capsula de peso conocido sobre un baño de maria y el residuo de la evaporación se seca a 103°C-105°C.
- Sólidos suspendidos: Residuo no filtrante o material no disuelto: son determinación por filtración a través de un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol Gooch previamente pesado. El crisol con su contenido se seca a 103-105°C; el incremento del peso, sobre el peso inicial representa el contenido de sólidos suspendidos o residual no filtrante.

#### **2.2.4.6. Conductividad**

Romero (2010) indica que La gestión del agua es una representación del número de capacidad de carga iónica. La gestión del agua depende de la cantidad total de disolvente en el agua y de la temperatura a la que se mide. Por lo tanto, los cambios en la cantidad de soluto, los iones en disolución y la valencia sugieren cambios en el entorno de trabajo. Por tanto, el valor de control en la difusión del líquido se utiliza para obtener una estimación rápida del contenido de sólidos solubles.

La fórmula para medir la conductividad en el agua es mediante instrumentos comerciales de lectura directa en  $\mu\text{mho/cm}$  a 25° C con un error menor del 1%. La conductividad que se determina es igual a la conductividad eléctrica de la muestra medida entre caras opuestas de un cubo de 1cm, como se muestra. La resistencia específica de un conductor es función de sus dimensiones y puede expresarse como:

$$C = R A L$$

Donde: C= resistencia específica, ohmio x cm

R: resistencia, ohmio

A: área de la sección transversal del conductor, cm<sup>2</sup>

L: longitud del conductor, cm

La conductividad específica de un conductor es igual al inverso de su resistencia específica, o sea:

$$K = 1 C = L R A$$

K: conductancia específica, umho/cm.

En diferentes palabras, la conductancia específica es la conductancia de un conductor de 1cm<sup>2</sup>, por lo tanto, numéricamente es igual a la conductividad.

#### **2.2.4.7. Alcalinidad**

Jimeno (2008) sostiene que en el agua La alcalinidad se debe generalmente a la presencia de carbonatos e hidroxilcarbonatos, y con menor frecuencia (en algunos casos) a boratos, silicatos y fosfatos, En los líquidos naturales, muchos bicarbonatos son alcalinos porque se forman principalmente por la acción del CO<sub>2</sub> en la superficie del suelo

#### **2.2.4.8. Acidez**

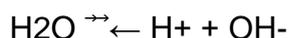
Romero (2010) indica que la acidez del agua puede conceptualizarse como su capacidad para poder neutralizar bases, como su capacidad para poder reaccionar con los iones hidroxilo, como su capacidad para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias acidas.

El análisis de la acidez es de importancia en la ingeniería sanitaria debido a las características corrosivas que presentan las aguas acidas y al alto costo que va suponer toda la remoción y el control de todas las sustancias que producen la corrosión. El

principal factor de corrosión en casi todas las aguas o en la mayoría es el CO<sub>2</sub>, mejor cuando está acompañado de oxígeno, pero en residuos industriales es la acidez mineral.

#### **2.2.4.9. Ph**

(Hilleboe) 2011 nos indica que el agua siempre se va ionizar en pequeñas proporciones produciendo tanto iones hidrogeno como iones hidroxilo.



Por consecuencia el agua puede considerarse desde el punto de vista de la ionización, a la vez como base y acido al mismo tiempo, ya que, en realidad, debido a que la concentración de los iones hidrogeno y las de iones hidroxilo son iguales en el agua, esta se considera como neutra. La concentración de los iones (H<sup>+</sup>), así como los iones (OH<sup>-</sup>), es igual a 0.000 000 1 veces el peso de los iones gramo de del H<sup>+</sup> o del OH<sup>-</sup> expresados en gramos por litro. para no usar cifras decimales en la medición de las concentraciones de iones de hidrogeno, se ha adquirido una escala de valores del pH mediante la cual se registra la concentración en números enteros.

### **2.2.5. Parámetros microbiológicos**

#### **2.2.5.1. Bacteriología**

(Hilleboe) 2011 sostiene que las bacterias son moléculas pequeñas que consisten en células que son diminutas y se pueden ver a través de un microscopio que se agrupan como microorganismos. Las funciones que tienen de asimilación de alimentos, excreción de desperdicios de metabolitos, respiración, crecimiento y todas las otras actividades, son afectadas por una sola célula. Muchas de las bacterias van a tener características que ordinariamente se asocian con el reino animal y otras que se relacionan más con el reino vegetal.

Pero en ciertos casos, se va a considerar que las bacterias constituyen un eslabón entre los dos tipos de organismos vivos. Hay

diversas clases de bacterias, que se diferencian en tamaño, forma y funciones.

#### **2.2.5.2. Escherichia coli**

(Ministerio de sanidad servicios sociales e igualda, 2016), sostiene que es una bacteria (bacilo corto Gram negativo) de origen fecal que pertenece al grupo de las bacterias Coliformes.

Esta bacteria es una señal de una contaminación específica en el agua, por lo que a veces en algún punto del sistema. Su presencia indica contaminación reciente debido a la limitación de su vida en las redes intestinales.

Es responsable de enfermedades como la gastroenteritis, la enfermedad puede ser adquirida por el consumo de alimentos como los vegetales frescos (lechuga en ensaladas) y agua que la contienen. La dosis para poder infectar a los adultos es calculada en aproximadamente 10<sup>8</sup> unidades formadoras de colonias, aunque en jóvenes y ancianos la dosis para infectar puede ser un poco más baja y no se admite la presencia de ninguna unidad formadora de colonia en 100 ml de muestra.

#### **2.2.5.3. Coliformes totales**

Los coliformes vienen a ser los microorganismos que se encuentran alojados en tracto intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente y que van a ser eliminados a través de heces o materia fecal. Luego estos son utilizados como indicadores de contaminación bacteriana del agua.

La presencia de estos microorganismos debe medirse en concordancia con el tipo de aguas: no deben estar presentes en 85% de las muestras de aguas potables tratadas. Si fuera el caso de estar presentes, su número no puede ser mayor a 2-3 coliformes. Esta muestra de contaminación por el hecho de ser baja, no puede ocurrir en 03 muestras recolectas en días consecutivos.

En las aguas que fueron tratadas, los coliformes totales van a funcionar como una alerta de que hubo contaminación, sin poder identificar el origen. Van a identificar que hubo fallas en el tratamiento, de la distribución o en las propias fuentes de los domicilios. Su sola presencia va accionar los mecanismos de control de calidad y de procesamiento dentro de la planta de tratamiento de agua, para luego intensificar toda la vigilancia en las redes de distribución (Ministerio de sanidad servicios sociales e igualda, 2016)

### 2.2.6. Estándares de calidad de agua para consumo humano

(Dirección General de Salud Ambiental, 2011) establece con arreglo a la Ley General de Salud N° 26842, la propuesta de reglamento de calidad de agua para consumo humano con la finalidad garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgo sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

**Tabla 1. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos**

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
1 bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 350c	0(*)
2 <i>E. Coli</i>	UFC/100 mL a 44.50 C	0(*)
3 bacterias Coliformes Termo tolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44.50 C	0(*)
4 Bacterias Heterotróficas	UfC/mL a 350c	500

5 Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N0 Org/L	0
6.Virus	UFC/mL	0
7.Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N0 org/L	0

Fuente: Elaboración propia, 2021

**Nota:** Valores establecidos en el reglamento de calidad del agua para consumo humano DIGESA – 2010.  
UFC = Unidad formadora de colonias (\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =  
< 1,8 /100 ml.

**Tabla 2. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organolépticas**

ITEM	UNIDAD DE MEDIDA	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES
1.Olor	-----	Aceptable
2. Sabor	-----	
3.Color	UCV escala	
4. Turbiedad	UNT	
5 pH	pH	6,5 a 8,5
6.Conductividad	µmho/cm	1500
7.Sólidos Totales Disueltos	mgL-1	1000
8. Cloruros	mg Cl-1 L-1	250
9. Sulfatos	mg SO4 =L-1	250
10. Dureza	mg CaC03L-1	500

11. Amoniaco	mg NL-1	1,5
12. Hierro	mg FeL	0,3
13. Manganeso	mg MnL-1	0,4
14. Aluminio	mg ALL-1	0,2
15. Cobre	mg CuL-1	2,0
16. Zinc	mg ZnL-1	3,0
17. Sodio	mg NaL-1	200

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Nota:** Valores establecidos en el reglamento de calidad del agua para consumo humano,

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Almacenamiento de muestras:** El proceso y las consecuencias de almacenar un producto en determinadas condiciones a intervalos de tiempo (normalmente) limitados entre el producto y el siguiente producto de trabajo (ANA, 2016).

**Cadena de custodia:** es un documento vital en el monitoreo de los componentes de la calidad de agua que va permitir garantizar las condiciones de registro, seguimiento, identidad y control de todos los resultados de los análisis en el laboratorio (ANA, 2016).

**Agua:** Es un recurso natural muy indispensable para el desarrollo sostenible de una nación es por ello que su real valor económico va depender de los costos que implican su disponibilidad, y su forma de utilidad. El agua tiene un valor social, económico y medioambiental y su uso debe basarse en un justo equilibrio entre estos factores. Sin embargo, tradicionalmente el sector agrícola ha mejorado la gestión de los recursos hídricos lo que es beneficioso para la economía a gestionar, por lo que es necesario fortalecer los incentivos relacionados con las actividades estandarizadas para consumir más agua. Calidad, consistencia y durabilidad (DIGESA, 2015).

**Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Es una medida que describe la cantidad o grado de sustancias, sustancias o características físicas,

químicas o biológicas que se encuentran en el aire, agua o suelo en el cuerpo del receptor y que muestran que son saludables. Tanto para las personas y como para medio ambiente. Dependiendo de la sección específica a la que se haga referencia, la concentración o el grado pueden expresarse en medio, pequeño o rango. Los ECA son importantes para dar forma a las leyes y políticas públicas. Esta es una característica esencial en el diseño y la aplicación de todos los equipos de dirección ambiental. Las certificaciones ambientales especificadas por el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental no se otorgan para la ejecución de la obra si no cumple estándares de calidad ambiental. Los PAMAs también deben considerar los Estándares de Calidad Ambiental al momento de establecer los compromisos respectivos (MINAM, 2017).

El Límite Máximo Permisible (LMP): Es una medida de la estabilidad o grado de factores físicos, químicos, biológicos, sustancias o parámetros que representan a efluentes o emisiones, y si se exceden, van a poner en peligro la salud humana, y el medio ambiente. El cumplimiento de los límites máximos permisibles es exigible de forma legal por el Ministerio del Ambiente y los organismos que van a conformar el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios que se usan para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por el Ministerio. El LMP guardan mucha coherencia entre el nivel de la protección ambiental que se establece para las fuentes determinadas y los niveles generales que se establecen para los ECA. La implementación de estos instrumentos es para asegurar que no se vaya a exceder la capacidad de carga en los ecosistemas, de acuerdo con las normativas sobre la materia tratada (MINAM, 2017).

Sistema de Tratamiento: Es un proceso físico, químico o biológico que se utiliza con el único fin de reducir o eliminar la contaminación del medio ambiente, del agua, de la naturaleza, los alimentos, la estructura u otros. (Gil, 2010)

Filtro de Bioarena: También se llama FBA. Es un filtro de agua que hace que el agua sucia sea saludable para beber. Se puede usar en casas y en

edificios como escuelas. Puede ser de plástico u hormigón. Donde se rellenará con capas de arena y grava que están cuidadosamente preparadas para entrar en el filtro. El filtro de bioarena se ubica dentro del paso de "filtración" del. El FBA es una adaptación del tradicional filtro de arena lento que ha sido utilizado por las comunidades para filtrar el agua durante casi 200 años. El filtro de bioarena es más pequeño y está diseñado para uso intermitente, haciéndolo más adecuado para el uso a nivel domiciliario (Chemical Company, 2005).

Monitoreo de calidad de agua: Monitorear la ocurrencia de contaminantes presentes para el uso del agua y proporcionar mediciones de calidad del agua para controlar la fuente de contaminación (ANA, 2016).

Parámetros microbiológicos: son todos los microorganismos que funcionan como indicadores de la contaminación y/o son microorganismos patógenos para el ser humano que van a ser analizados en el agua de consumo humano (DIGESA, 2015).

Parámetros organolépticos: Son los parámetros microbiológicos físicos y químicos que cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser detectados por el consumidor a través de su percepción sensorial de sus sentidos. (DIGESA, 2011)

Punto de monitoreo: es la localización geográfica de un sector donde se va realizar la evaluación de la calidad de agua para consumo humano y cantidad en un cuerpo natural de agua en forma periódica y de manera repetida, en el marco de las actividades de vigilancia de la calidad del agua realizada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016)

Gestión de la calidad de agua de consumo humano: conglomerado de acciones administrativas técnico u operativas que tienen por finalidad la de lograr que la calidad del agua para consumo de la población cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en el presente reglamento (DIGESA, 2015).

## **2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis general**

HA: La calidad de agua potable que consume la población de la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache – 2021, no es apto para consumo humano por lo cual se debe diseñar un sistema de tratamiento de agua potable.

HO: La calidad de agua potable que consume la población de la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache – 2021, es apto para consumo humano por lo cual no se debe diseñar un sistema de tratamiento de agua potable.

### **2.4.2. Hipótesis específica**

1. Ha1: Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache - 2021, cumplen con lo establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Ho2: Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache - 2021, no cumplen con lo establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

2. Ha2: Las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la calidad de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache - 2021, cumplen con lo establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Ho2: Las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la calidad de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache - 2021, no cumplen con lo establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

3. Ha3: Si, el diseño del sistema de tratamiento de agua potable es correcto será beneficioso en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache - 2021, por lo cual mejorará la calidad de agua.

Ho3: Si, el diseño del sistema de tratamiento de agua potable no es correcto, no será beneficioso en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache - 2021, por lo cual no mejorará la calidad de agua.

## **2.5. SISTEMA DE VARIABLES**

### **Variable independiente**

Diseño de un Sistema de Tratamiento de Agua Para Consumo Humano

### **Variable dependiente**

Análisis de la Calidad de Agua de Consumo Humano

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: "ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DE PUERTO RICO, PROVINCIA DE TOCACHE - 2021".

Tesista: Bach. Percy Gustavo, ROMERO TORRES

**Tabla 3.Operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	TÉCNICA E INSTRUMENTO	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>							
Diseño de un Sistema de Tratamiento de Agua Para Consumo Humano	sistema propuesto, para desinfección de agua a través de filtros y desinfectantes que mejoran la calidad del agua para consumo humano.	El sistema está formado por un depósito de alimentación de agua, filtro multimedia, tanque clorador y un tanque con lámpara UV suficiente para llevar a cabo el proceso de desinfección.		Eficiente No eficiente	razón	Técnica el Análisis documental.	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>							
Análisis de la Calidad de Agua de Consumo Humano	Conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas que debe tener el agua para ser consumida por las personas sin padecer alguna patología.	Conjunto de características bacteriológicas que tiene el agua para ser consumida por los pobladores de la localidad.	Microbiológica	Coliformes Totales	UFC/100 mL	Razón	Medios de cultivo. Espectrofotometría.
				Coliformes termorresistentes	UFC/100 mL		
				Bacterias heterotróficas	UFC/100 mL		
			Químicos	pH	Acido-alcalino		
				Sulfatos	mg/L Cl-		
				Cloruros	mg/L Mg++		
				Sabor y olor	Organoléptica		
			Físicos	Color	Organoléptica		
				Turbiedad	ntu		
				Conductividad	Us/cm		
				Temperatura	°C		

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. TIPO DE ESTUDIO

La investigación es de tipo aplicativo, ya que se aplicará conocimientos existentes en la solución de problemas prácticos. Según la intervención del investigador el estudio es experimental, ya que existe manipulación en una de las variables de estudio.

De acuerdo al número de las mediciones que se van a realizar a las variables de estudio es longitudinal, porque los instrumentos se aplicarán en dos momentos y las variables se medirán más de una sola vez. De acuerdo al número de variables que son estudiadas es analítica, porque el estudio se trabajará con dos variables (Hernandez Sampieri, 2014).

##### 3.1.1. Enfoque

El estudio es de enfoque cuantitativo ya que se encuentra basado en la medición cuantitativa de la calidad de agua, sustentándose en bases teóricas que ayudan a dicho proceso (Hernandez Sampieri, 2014).

##### 3.1.2. Alcance o nivel

La investigación tiene un alcance cuasi – experimental (Heranadez Sampieri, 2014).

##### 3.1.3. Diseño

En el presente estudio se utilizó como diseño de estudio el cuasi experimental (Fonseca Livias, 2013).



O1: Pre evaluación de las muestras de agua

X: aplicación del diseño elaborado

O2: Post evaluación de las muestras

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. Población**

La población estuvo compuesta por el sistema de distribución de agua de la localidad de Puerto Rico, y área circundante que interviene la actividad de dotación de agua para consumo de la población (Tamayo y Tamayo, 2015).

### **3.2.2. Muestra**

La muestra para la investigación estará compuesta por la cantidad de muestras de agua recolectadas en los puntos de muestreo Captación, reservorio y conexión domiciliaria, la muestra recolectada estará compuesta por 500 ml para los parámetros físico químicos y bacteriológicos, las muestras serán recolectadas uno por día por un periodo de 15 días antes y post tratamiento (Tamayo y Tamayo, 2015).

## **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.3.1. Técnicas**

Se recolectarán muestras físico químicas y bacteriológicas en lugares establecidos según normas:

- Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales R.J. 010-2016 ANA.
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.
- Captación: Muestras de agua para análisis físico químico y Bacteriológico cantidad de 500 ml frasco estéril
- Reservorio: Muestra de agua para análisis físico químico y bacteriológico cantidad de 500 ml frasco est.éril
- Conexión domiciliaria: Muestra de agua para análisis físico químico y bacteriológica cantidad de 500 ml frasco estéril.

### **3.3.2. Instrumentos**

Ficha de análisis de laboratorio o ficha de campo para la recolección de muestras para evaluar la calidad del agua; que consta de las siguientes partes: título de la investigación, información específica sobre el llenado (instrucciones), datos generales sobre el punto de

monitoreo (ubicación, coordenadas, nombre de la fuente, número de muestra, fecha y hora), resultados de laboratorio del análisis físico químico y microbiológico

### **3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION**

#### **3.5.1. Técnicas para la recolección y procesamiento de la información**

Se alistarán los frascos de muestreo esterilizados previamente y posteriormente se realizarán la toma de muestra. Todos los frascos se van a transportar en un cooler de plástico con refrigeración que permita a la muestra se conserve a temperatura de 2 a 8°C.

En el interior del cooler se colocarán las muestras etiquetadas con el nombre de muestra de agua y en la parte interior se detalla un formulario con los siguientes datos:

- Identificación (localización) del lugar de muestreo
- Lugar de procedencia de la muestra
- Número de muestra o código de identificación
- Fecha de la toma de muestra
- Hora exacta de la recolección de muestra
- Volumen enviado (dependiendo del tipo de análisis)
- Temperatura
- Indicar todos los parámetros analíticos del laboratorio
- Nombre y firma de la persona que hizo el muestreo
- Observaciones: (donde se incluirá algunas características resaltantes fuera de lo común).

En el laboratorio la muestra se conservará a temperatura de refrigeración hasta el inicio del examen

#### **Técnicas de Laboratorio**

Las técnicas para el procesamiento de muestras en laboratorio se utilizarán de las metodologías de la Norma Técnica Peruana, y el manual de análisis de agua HACH.

### **3.5.2. Diseño del sistema de tratamiento**

#### **Descripción del sistema de tratamiento.**

Para el diseño del sistema de tratamiento del agua se va a tener en cuenta el Decreto Supremo N° 031 – 2010 – SA que establece la Dirección General de Salud Ambiental, la cual presenta los Límites Máximos Permisibles (LMP) de los principales indicadores de la calidad del agua para consumo humano garantizando su inocuidad.

#### **Tratamiento con cloro**

La función del cloro es eliminar todas las bacterias y coliformes presentes y evitar que los microorganismos se acumulen en los filtros multimedia y de carbón. Por tanto, se dirige al tanque donde se suministra toda la vegetación y se elimina la posibilidad de acumulación en los mecanismos posteriores: Para utilizar cloro, en el sensor se puede colocar en el tubo de escape o en el tanque.

#### **Filtro multimedia**

El proceso de filtros multimedia o filtros multicapas que son sumamente económico y que su principal función es la de remover todo el material suspendido que causa la turbidez en el agua, y esta puede ser causada por diversos factores, tales como: polvo, tierra, óxido, residuos de materia orgánica, entre otros. Es un sistema de filtración muy eficiente que remueve partículas de 5 a 15 micras de tamaño.

#### **Filtro de carbón activado granular**

Son equipos que están diseñados especialmente para la remoción del cloro residual y la materia orgánica que es la causante del mal olor, color y sabor en el agua. Del mismo modo también va remover todos los compuestos orgánicos como fenoles, pesticidas y herbicidas del agua. Este filtro es de suma importancia porque al eliminar el cloro residual del proceso anterior.

#### **Luz ultra violeta**

Es una tecnología de tratamiento del agua mediante los rayos ultravioletas es una tecnología avanzada para la desinfección de agua para consumo humano. Los rayos UV alteran el ADN de los microorganismos presentes en el agua, de esa forma los va eliminar, o inactivar genéticamente para impedir su reproducción. Este proceso se

va ver una eficiencia en la eliminación de virus y bacterias del 99.9%. Además, no altera el olor, sabor, color, pH del agua ni necesita la adición de productos químicos.

### **3.5.3. Técnicas para el análisis de la información**

Respecto a las técnicas de análisis de la información, en el presente estudio se tendrá en cuenta las siguientes actividades.

#### **Elaboración de datos**

Se planteó de la siguiente manera:

- Revisión de los datos: Se verificarán los instrumentos de investigación; realizando el control de calidad de cada uno de ellos con la finalidad de garantizar que los resultados obtenidos sean consistentes y confiables.
- Codificación de los datos: Se transformarán en códigos numéricos los resultados obtenidos.
- Procesamiento de los datos: posterior a la revisión y codificación de datos, estos serán procesados en forma manual, a través de la elaboración de una tabla matriz física, que se convertirá en una base de datos virtual a través del programa de Excel 2016; para finalmente realizar el procesamiento de los datos utilizando el paquete estadístico IBM SSPS Versión 23.0 para Windows.
- Plan de tabulación de datos: En base a los resultados obtenidos, se tabularán los datos en cuadros estadísticos.
- Presentación de datos: Los datos obtenidos serán presentados en tablas y figuras académicas, con la finalidad de realizar el análisis e interpretación respectiva de cada uno de ellos de acuerdo al marco teórico y conceptual correspondiente a las variables consideradas en el estudio.

#### **Análisis e interpretación de datos**

- *Análisis descriptivo*: Se enmarcarán las características de cada una de las variables, de acuerdo al tipo de variable con que se trabajó (cualitativa, cuantitativa); Se emplearán figuras, para

facilitar y ayudar la comprensión, tratando de que el estímulo visual sea simple y resaltante.

- *Análisis inferencial:* Se analizarán con los valores numéricos alcanzados en los instrumentos a nivel cuantitativo, para ello se tendrá que cumplir con el requisito indispensable de someter las distribuciones de contraste a unas pruebas de normalidad; empleando para ello la prueba estadística de Kolmogorov - Smirnov con contraste de normalidad; en donde solo importa la significancia de la prueba ( $p$  – valor) para discriminar la normalidad.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

**Tabla 4. Parámetros físicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

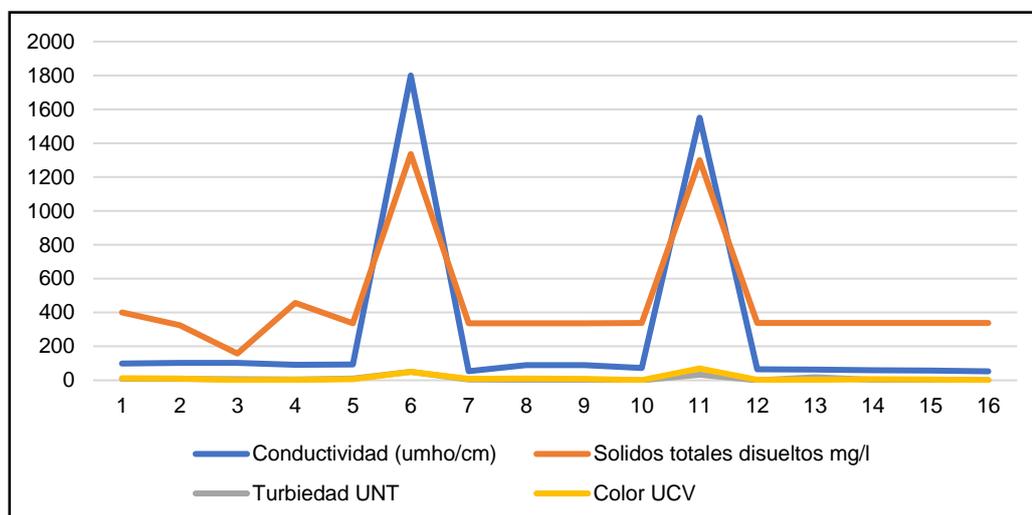
Muestra	Conductividad (umho/cm)	Solidos totales disueltos mg/l	Turbiedad UNT	Color UCV
<b>M1</b>	100	400	8	12
<b>M2</b>	102	326	9	11
<b>M3</b>	103	158	6	1
<b>M4</b>	91	457	4	3
<b>M5</b>	94	336	10	6
<b>M6</b>	1800	1336	50	50
<b>M7</b>	54	337	5	8
<b>M8</b>	89	337	3	11
<b>M9</b>	90	337	1	8
<b>M10</b>	73	338	0	1
<b>M11</b>	1550	1300	33	70
<b>M12</b>	66	338	0	3
<b>M13</b>	63	338	18	2
<b>M14</b>	60	339	3	6
<b>M15</b>	57	339	1	5
<b>M16</b>	53	339	1	1
<b>LMP</b>	<b>1500</b>	<b>1000</b>	<b>10</b>	<b>15</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Nota:** tomado de la Guía de análisis de ficha documental de la calidad del agua de consumo doméstico (anexo 2).

En la tabla 4, se describe los parámetros físicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico de la Provincia de Tocache de 16 muestras captadas desde la conexión domiciliaria, observándose en la conductividad que del total de muestras el 12,5% (2) no cumple con los Límites Máximos Permisible (LMP) según el DS 031-2010 ya que excede a 1500 umho/cm; asimismo, en relación a los sólidos totales disueltos el

12,5% (2) no cumple con los LMP ya que excede 1000 mg/l. del mismo modo en relación a la turbiedad se encontraron que el 25% (4 muestras) no cumple con los LMP siendo que excede 10 UNT. Finalmente, en relación al color del agua el 12,5% (2) no cumplen con los LMP siendo que excede 15 UCV.



Fuente: Elaboración propia, 2021

**Gráfico 1. Representación gráfica de los parámetros físicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

**Tabla 5. Parámetros químicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

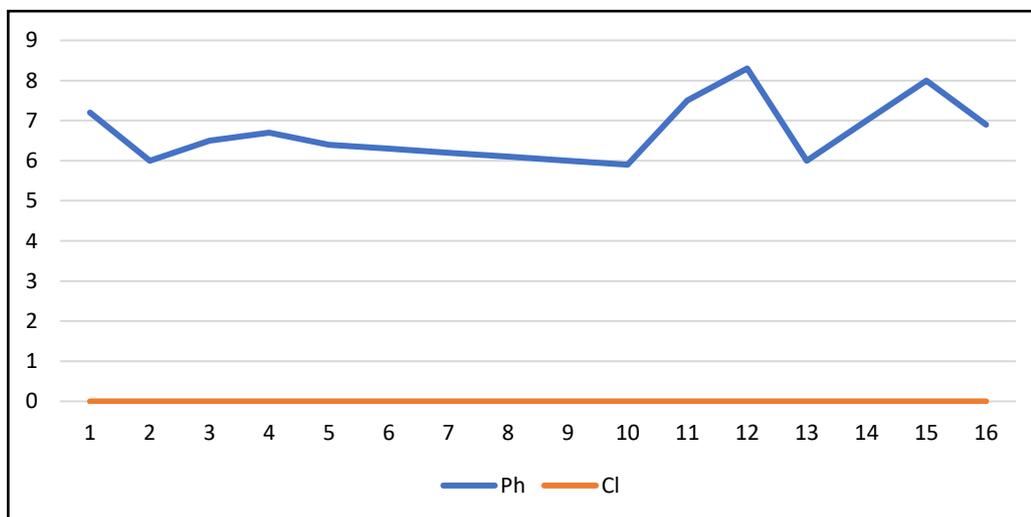
Muestra	Ph	Cl
M1	7.2	0
M2	6.0	0
M3	6.5	0
M4	6.7	0
M5	6.4	0
M6	6.3	0
M7	6.2	0
M8	6.1	0
M9	6.0	0
M10	5.9	0
M11	7.5	0

<b>M12</b>	8.3	0
<b>M13</b>	6.0	0
<b>M14</b>	7.0	0
<b>M15</b>	8.0	0
<b>M16</b>	6.9	0
<b>LMP</b>	6.5-8.5	0.5

Fuente: Elaboración propia, 2021

Nota: Tomado de la Guía de análisis de ficha documental de la calidad del agua de consumo doméstico (anexo 2)

En la tabla 2, se describe los parámetros químicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico de la Provincia de Tocache de 16 muestras captadas desde la conexión domiciliaria, observándose en relación al PH del total de muestras se encontraron que el 50% (8 muestras) no cumple con el Límite Máximo Permisible (LMP) de 6,5 – 8,5. Finalmente, en relación al cloro el total de muestras arroja valor 0, por lo tanto, no realizan la cloración en la localidad, teniendo como LMP de 0,5.



Fuente: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 2. Representación gráfica de los parámetros químicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

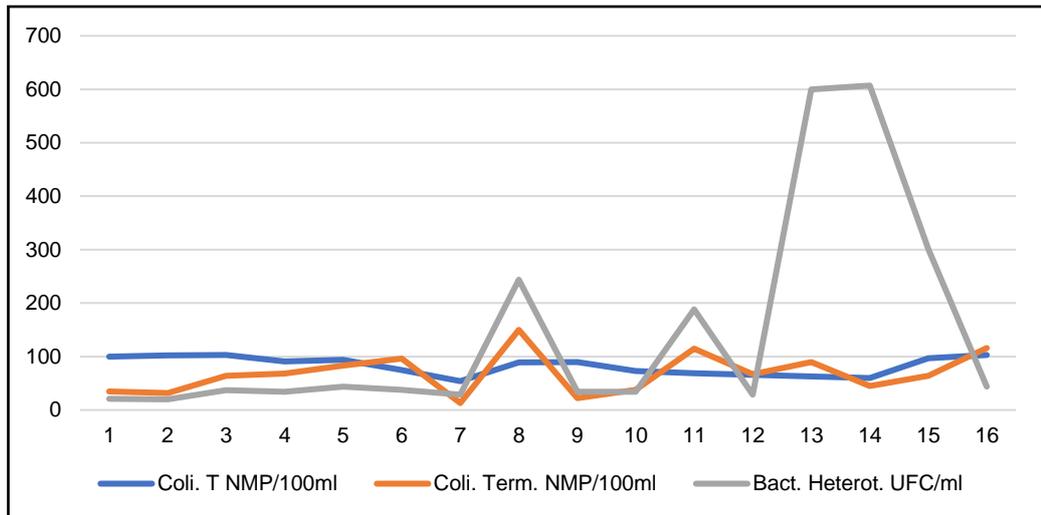
**Tabla 6. Parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

<b>Muestra</b>	<b>Coli. T NMP/100ml</b>	<b>Coli. Term. NMP/100ml</b>	<b>Bact. Heterot. UFC/ml</b>
<b>1</b>	100	35	21
<b>2</b>	102	32	20
<b>3</b>	103	64	37
<b>4</b>	91	68	34
<b>5</b>	94	83	44
<b>6</b>	75	96	38
<b>7</b>	54	13	29
<b>8</b>	89	150	244
<b>9</b>	90	22	34
<b>10</b>	73	38	34
<b>11</b>	69	115	188
<b>12</b>	66	67	29
<b>13</b>	63	90	600
<b>14</b>	60	45	607
<b>15</b>	97	64	301
<b>16</b>	103	116	44
<b>LMP</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>500</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Nota:** Tomado de la Guía de análisis de ficha documental de la calidad del agua de consumo doméstico (anexo 2)

En la tabla 6, se describe los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico de la Provincia de Tocache de las 16 muestras tomadas de conexión domiciliaria, observándose que el agua contiene Coliformes totales y termo tolerantes o fecales en un 100% siendo que exceden el LMP de 0. Asimismo, bacterias heterotróficas en un 12,5% (2) siendo que exceden el Límite Máximo Permisible mayor de 500 UFC.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

**Gráfico 3. Representación gráfica de parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

**Tabla 7. Parámetros físicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

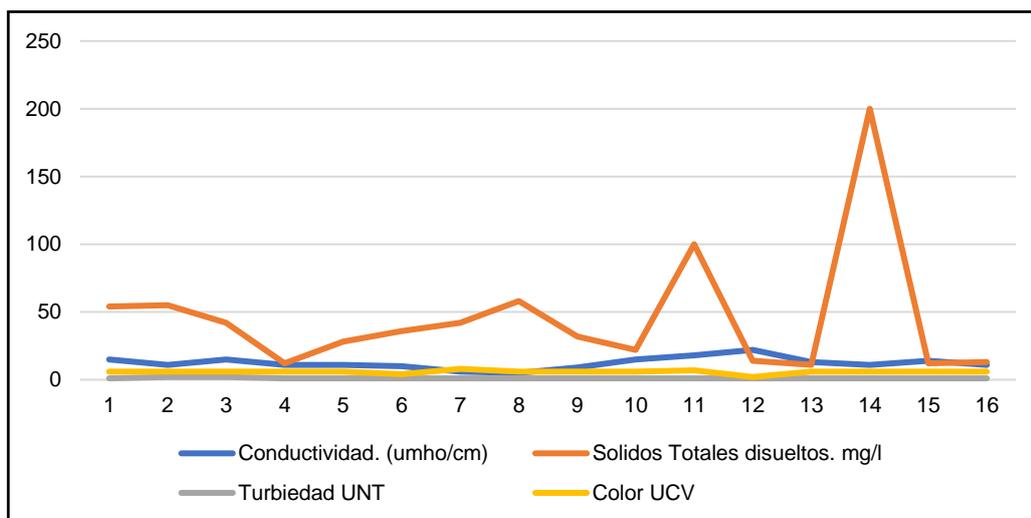
Muestra	Conductivida (umho/cm)	Solidos Totales disueltos. mg/l	Turbiedad UNT	Color UCV
M1	15	54	1	6
M2	11	55	2	6
M3	15	42	2	6
M4	11	12	1	6
M5	11	28	1	6
M6	10	36	1	4
M7	6	42	1	8
M8	5	58	1	6
M9	9	32	1	6
M10	15	22	1	6
M11	18	100	1	7
M12	22	14	1	2
M13	13	11	1	6

<b>M14</b>	11	200	1	6
<b>M15</b>	14	12	1	6
<b>M16</b>	11	13	1	6
<b>LMP</b>	<b>1500</b>	<b>1000</b>	<b>10</b>	<b>15</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

Nota: Tomado de la Guía de análisis de ficha documental de la calidad del agua de consumo doméstico (anexo 2)

En la tabla 7, se describe los parámetros físicos post tratamiento del agua según Decreto Supremo N° 031-2010-SA que establece la Dirección General de Salud Ambiental utilizando el tratamiento con cloro, filtro multimedia, filtro de carbón activado granular y luz ultravioleta; observándose en las 16 muestras de agua en relación a valores de conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad y color dentro del límite máximo permisible, por tal, se considera el agua apta para consumo humano.



Fuente: Elaboración propia, 2021

**Gráfico 4. Representación gráfica de parámetros físicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

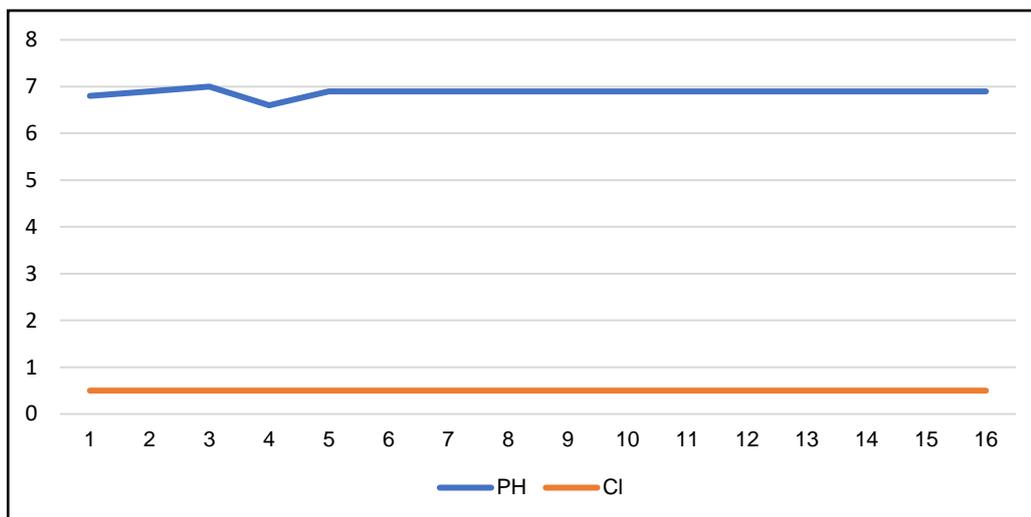
**Tabla 8. Parámetros químicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

<b>Muestra</b>	<b>PH</b>	<b>Cl</b>
<b>M1</b>	6.8	0.5
<b>M2</b>	6.9	0.5
<b>M3</b>	7.0	0.5
<b>M4</b>	6.6	0.5
<b>M5</b>	6.9	0.5
<b>M6</b>	6.9	0.5
<b>M7</b>	6.9	0.5
<b>M8</b>	6.9	0.5
<b>M9</b>	6.9	0.5
<b>M10</b>	6.9	0.5
<b>M11</b>	6.9	0.5
<b>M12</b>	6.9	0.5
<b>M13</b>	6.9	0.5
<b>M14</b>	6.9	0.5
<b>M15</b>	6.9	0.5
<b>M16</b>	6.9	0.5
<b>LMP</b>	<b>6.5-8.5</b>	<b>0.5</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Nota:** Tomado de la Guía de análisis de ficha documental de la calidad del agua de consumo doméstico (anexo 2)

En la tabla 8, se describe los parámetros químicos post tratamiento del agua según Decreto Supremo N° 031-2010-SA que establece la Dirección General de Salud Ambiental utilizando el tratamiento con cloro, filtro multimedia, filtro de carbón activado granular y luz ultravioleta; observándose en las 16 muestras de agua en relación a valores de Ph y cloro dentro del límite máximo permisible, por tal, se considera el agua apta para consumo humano.



Fuente: Elaboración propia,2021

**Gráfico 5. Representación gráfica de parámetros químicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

**Tabla 9. Parámetros bacteriológicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

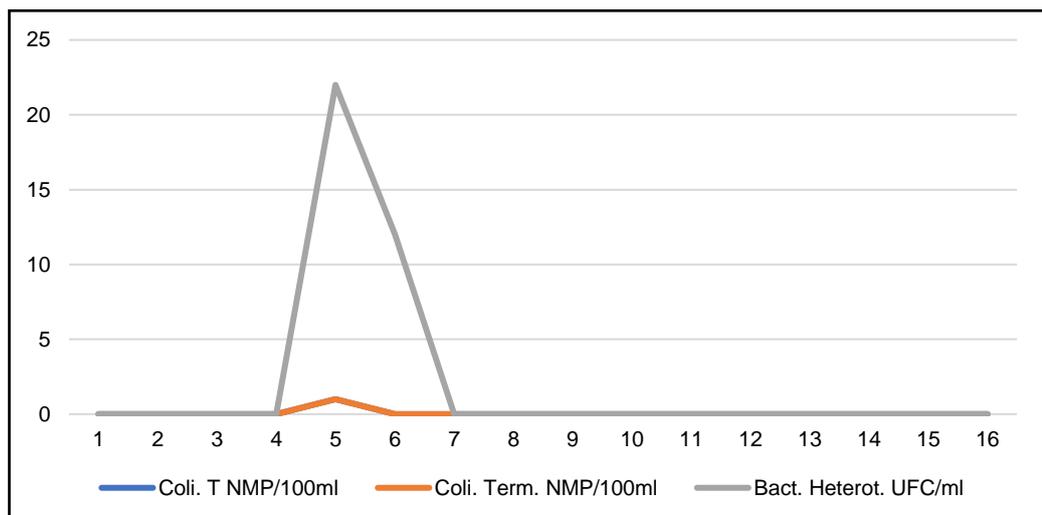
Muestra	Coli. T NMP/100ml	Coli. Term. NMP/100ml	Bact. Heterot. UFC/ml
M1	0	0	0
M2	0	0	0
M3	0	0	0
M4	0	0	0
M5	1	1	22
M6	0	0	12
M7	0	0	0
M8	0	0	0
M9	0	0	0
M10	0	0	0
M11	0	0	0
M12	0	0	0
M13	0	0	0

<b>M14</b>	0	0	0
<b>M15</b>	0	0	0
<b>M16</b>	0	0	0
<b>LMP</b>	0	0	500

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Nota:** Tomado de la Guía de análisis de ficha documental de la calidad del agua de consumo doméstico (anexo 2)

En la tabla 9, se describe los parámetros bacteriológicos post tratamiento del agua según Decreto Supremo N° 031-2010-SA que establece la Dirección General de Salud Ambiental utilizando el tratamiento con cloro, filtro multimedia, filtro de carbón activado granular y luz ultravioleta; observándose en muestra 5 que excede el Límite Máximo Permissible de 0. Asimismo, en relación a las bacterias heterotróficas todas las muestras se encuentran dentro del LMP de 500 UFC.



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Gráfico 6. Representación gráfica de parámetros bacteriológicos post tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

## 4.2. Análisis inferencial

**Tabla 10. Comparación de medias de T-student de la calidad de agua pre y post tratamiento para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache 2021.**

<b>Comparación de medias</b>	<b>X</b>	<b>SD</b>	<b>Media de error estándar</b>	<b>T</b>	<b>GI</b>	<b>Sig.(bilateral)</b>
<b>Parámetros físicos pre y post tratamiento del agua.</b>	0,188	0,403	0,101	1,861	15	0,038
<b>Parámetros bacteriológicos pre y post tratamiento del agua.</b>	0,938	0,250	0,62	15	15	0,000

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Nota:** Guía de análisis de ficha documental de la calidad del agua de consumo doméstico (anexo 2)

En la tabla 10, se realiza la comparación de medias de los parámetros físicos y bacteriológicos del agua pre y post sistema de tratamiento realizado con el cloro, filtro multimedia, filtro de carbón activado granular y luz ultravioleta; observándose que una significancia de 0,038 en los parámetros físicos, por tal, el agua no es apto para consumo humano y el sistema utilizado no funciona.

En relación a los parámetros bacteriológicos se observa una significancia de 0,000 por tal se deduce que el agua es apta para consumo humano y el sistema de tratamiento de agua potable es beneficioso para la población.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

El presente estudio tiene como objetivo determinar la calidad del agua para consumo humano y diseñar un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache.

Los recursos hídricos son indispensables para la vida humana y los problemas ambientales se están produciendo en todo el mundo, por lo que ha sido necesario construir varios sistemas de gestión del agua para depurar esta riqueza. (Hernandez Triana & Corredor Briceño, 2017).

Según la (Organización Mundial de la Salud, 2004) el agua potable es aquella que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes sensibilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida.

En el estudio se realizó el análisis de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua de la localidad de Puerto Rico Provincia de Tocache obtenidas de la conexión domiciliaria. Encontrándose que el agua no es apta para consumo humano siendo que los valores exceden el Límite Máximo Permisible según el DS N° 031-2010-SA que establece la Dirección General de Salud Ambiental.

Según la (Organización Mundial de la Salud, 2008), la verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye sólo análisis microbiológicos. Dichos análisis son de suma importancia, ya que el riesgo para la salud más común y extendido asociado al agua de consumo es la contaminación microbiana. Así pues, el agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores

Obteniendo esos resultados, se realizó el sistema de tratamiento del agua con cloro. Según la (Organización Mundial de la Salud, 2008) La finalidad principal de la cloración es la desinfección microbiana. No obstante, el cloro actúa también como oxidante y puede eliminar o ayudar a eliminar algunas sustancias químicas; por ejemplo, puede descomponer los plaguicidas

fácilmente oxidables, como el aldicarb; puede oxidar especies disueltas, como el manganeso (II), y formar productos insolubles que pueden eliminarse mediante una filtración posterior.

Filtro de carbón activado granular, Según la empresa (Soluciones para agua, 2013) la activación del carbón produce una excelente superficie de filtración, permitiéndole tener una gran capacidad de absorción de impurezas del agua. Gracias a ello remueve el cloro y la materia orgánica que es la causante del mal olor, color y sabor en el agua. Asimismo, remueve orgánicos como fenoles, muchos pesticidas y herbicidas del agua. Todo ello sin alterar la composición original de ésta

Desinfección con luz ultravioleta, Según la empresa (Soluciones para agua, 2013) la tecnología de tratamiento de agua por rayos ultravioletas es una tecnología avanzada de desinfección de agua. Los rayos UV alteran el ADN de los microorganismos presentes en el agua, eliminándolos, o inactivándolos genéticamente para impedir su reproducción. Este proceso tiene una eficiencia en la eliminación de virus y bacterias del 99.9%. Además, no altera el olor, sabor, color, pH del agua ni necesita la adición de productos químicos.

Asimismo, la (Organización Mundial de la Salud, 2008) indica que esta tecnología se puede utilizar para inactivar protozoos, bacterias, bacteriófagos, levaduras, virus, hongos y algas. Por otro lado, la turbidez del agua puede inhibir su desinfección mediante radiación UV, por lo que es recomendable eliminarla del agua para después pasar por la lámpara UV.

## CONCLUSIONES

En el presente estudio se llegaron a las siguientes conclusiones:

En los parámetros físicos del agua, se observa en la conductividad que del total de muestras el 12,5% (2) no cumple con los LMP según el DS 031-2010 ya que excede a 1500 umho/cm; asimismo, los sólidos totales disueltos el 12,5% (2) no cumple con los LMP ya que excede 1000 mg/l. del mismo modo en relación a la turbiedad se encontraron que el 25% (4 muestras) no cumple con los LMP siendo que excede 10 UNT. Finalmente, en relación al color del agua el 12,5% (2) no cumplen con los LMP siendo que excede 15 UCV.

En relación a los parámetros químicos se observa en relación al PH del total de muestras se encontraron que el 50% (8 muestras) no cumple con el Límite Máximo Permisible (LMP) de 6,5 – 8,5. Finalmente, en relación al cloro el total de muestras arroja valor 0, por lo tanto, no realizan la cloración en la localidad, teniendo como LMP de 0,5.

Asimismo, los parámetros microbiológicos se observan que el agua contiene Coliformes totales y termo tolerantes o fecales en un 100% siendo que exceden el LMP de 0. Asimismo, bacterias heterotróficas en un 12,5% (2) siendo que exceden el Límite Máximo Permisible mayor de 500 UFC.

Dado los valores obtenidos se realizó el sistema de tratamiento del agua para consumo humano; observándose parámetros físicos en las 16 muestras de agua en relación a valores de conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad y color dentro del límite máximo permisible, por tal, se considera el agua apta para consumo humano.

En los parámetros químicos se observa en relación a valores de Ph y cloro dentro del límite máximo permisible, por tal, se considera el agua apta para consumo humano.

En relación al parámetro bacteriológico todas las muestras se encuentran dentro del LMP, con excepción de la muestra 5 que excede el Límite Máximo Permisible de 0.

Finalmente, se realiza la comparación de medias de los parámetros físicos y bacteriológicos del agua pre y post sistema de tratamiento; observándose

que una significancia de 0,038 en los parámetros físicos, por tal, el agua no es apto para consumo humano y el sistema utilizado no funciona. En relación a los parámetros bacteriológicos se observa una significancia de 0,000 por tal se deduce que el agua es apta para consumo humano y el sistema de tratamiento de agua potable es beneficioso para la población.

## RECOMENDACIONES

Del presente estudio de investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

- Al responsable de la Oficina de Saneamiento Ambiental de la Municipalidad de la provincia de Tocache, que realice trabajos periódicos para mejorar la calidad de agua para consumo humano desde las fuentes de abastecimiento de agua que hay en la zona, con la finalidad de mejorar las condiciones sanitarias para garantizar consumo de agua en optimas (aptas) condiciones para la población usuaria.
- A los que se dedican a las investigaciones en general que sigan la ruta realizando investigaciones relacionadas a las condiciones sanitarias de los sistemas de abastecimiento de agua y sus repercusiones en la salud de las personas que consumen aguas que no son aptas para el consumo humano, dentro de las zonas rurales de nuestra región.
- A los establecimientos de salud realizar la vigilancia, control y monitoreo de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado.
- A los pobladores, que pongan en práctica el sistema de tratamiento del agua presentado en el estudio ya que demostró tener una eficacia en la remoción de microorganismos. Todo esto para la prevención de las enfermedades causadas por los microorganismos patógenos presentes en agua no tratada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alban. (2016). Plan de Manejo de la Planta de Tratamiento del agua potable del barrio las Americas, para cumplir con la normativa para agua de consumo humano.
- Alvarez, A. (2011). salud publica y medicina preventiva.
- ANA. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales . *R.J. 10-2016-ANA*.
- Aranda. (2015). Diseño de la Red de Distribucion del Sistema de acueducto de la vereda San Benito del Municipio de Sibaté, Cundinamarca.
- Arellano. (2002). Hydrology and the management of watersheds”. Cuarta Edición. Wiley – Blackwell. Iowa, USA.
- Aurazo. (2004). La Contamiancion en el centro del pais . Tambo - Huancayo.
- Bautista. (2015). Diseño De Un Sistema De Distribución De Agua Para Consumo Humano En Sumaco-Cantón Quijos, Provincia De Napo.
- Chemical Company. (2005). Manual del Agua su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones . Mexico: McGraw-Hill/Interamercina.
- Crites, R. (2012). Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones. Bogotá - Colombia.
- DIGESA. (2011). Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N° 031-2010-SA. Lima – Perú. *Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud*.
- DIGESA. (2015). Ministerio de Salud. Protocolo de Procedimientos para la Toma de Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento y Recepción de Agua para Consumo Humano R.D N°160-2015/DIGESA/SA Lima 2015. *Dirección General de Salud Ambiental*.
- Dirección General de Salud Ambiental. (2011). Ministerio de Salud. (2011). “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”. Lima – Perú.

- Fonseca Livias, A. (2013). *Metodología de la investigación*. peru.
- Gallo. (2019). Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado asentamiento La Molina – Piura[Seriado en línea] 2017 [Citado 2019 Febrero 19], disponible en: [Repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/453/ECO-GAL-POR-15.pdf?1](https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/453/ECO-GAL-POR-15.pdf?1).
- Gil. (2010). Analisis Microbiológico y Quimico de las Aguas y Tecnicas de Muestreo, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo - Perú.
- Heranadez Sampieri, r. (2014). Metodología de la investigación. Mexico DF, Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernandez Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación Sexta edición. Mexico DF, Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernandez Triana, E., & Corredor Briceño, C. A. (2017). *Diseño y construcción de una planta modelo de tratamiento para potabilización de agua, se dispondra en el laboratorio de aguas de la Universidad Católica de Colombia*. Bogotá.
- Herrera. (2016). Diseño de un Sistema de Tratamiento de agua para consumo humano para las comunidades de Allishungo y Centro Poblado en la parroquia Teniente Hugo Ortiz, Provincia de Pastaza.
- Hilleboe. (s.f.). Analisis Microbiológico y Quimico de las Aguas y Tecnicas de Muestreo, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo - Perú. 2011.
- Jimeno. (2008). Seminario – Taller la Gestión del agua: La Autogestión Administrativa y Financiera. Los Recursos hídricos del Perú”. La Libertad - Perú.
- Leguia, p. (2016). Diseño de filtros de bioarena para remover metales pesados (As, Cd, Cr, Pb y Fe) en aguas de uso doméstico.

- Logroño. (2015). Diseño de un Sistema de Tratamiento de Agua Potable para consumo humano para la Comunidad Nitiluisa.
- MINAM. (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. *ministerio del ambiente*.
- Ministerio de sanidad servicios sociales e igualda. (2016). Un Análisis de la Morbimortalidad por causas Externas. Brazil.
- OMS. (2006). Guia para la Calida del Agua Potable. *Organizacion Mundial de la salud*.
- OMS. (2009). Manual para el desarrollo planes de seguridad del agua: Metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo”. Ginebra - Suiza. *Organización Mundial de la Salud (OMS) & International Water Association (IWA)*.
- Organización Mundial de la Salud. (2004). *Guías para la calidad del agua potable*.
- Organización Mundial de la Salud. (2008). *Guías para la calidad del agua potable*.
- Rojano. (2016). Diseño de un Sistema de Potabilización para Aguas Subterráneas, y la Red de Distribución de Agua Potable en el caserío Tontapí Chico de la Parroquia los Andes, Cantón Patate, Provincia de Tungurahua.
- Romero. (2010). Equidad en el Acceso del Agua en la ciudad de Lima una mirada a partir del derecho humano al agua. lima.
- Solis. (2017). Evaluación de la eficacia del filtro de bioarena para la potabilización del agua en el Centro Poblado San José de Uchpas Distrito de San Francisco de Cayran – Huánuco 2019.
- Solsona. (2002). Memoria: Taller sobre el uso de plaguicidas en América Central”. Turrialba, Costa Rica.

*Soluciones para agua.* (2013). Obtenido de Soluciones para agua:  
<http://www.macrotecnologia.com/Productos/FCarbonActivado.php>

Tamayo y Tamayo, M. (2015). El proceso de la investigación científica. Mexico:  
editorial LIMUSA S.A.

Tortora, G. (2007). Introducción a la Microbiología. Argentina.

Vasquez. (2017). Análisis de la eficiencia de un Biofiltro en el tratamiento de  
aguas residuales para riego en Trapiche, Comas, 2017.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Tabla 11. Matriz de consistencia**

Título: “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DE PUERTO RICO, PROVINCIA DE TOCACHE - 2021”.

Tesista: Bach. Percy Gustavo, ROMERO TORRES

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicador	Metodología	Técnicas e instrumentos
<p>Problema general ¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano y el diseño de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE - 2021?</p> <p>Problemas específicos P1: ¿Cuál son las concentraciones de los parámetros físicos químicos del agua que consume la población de la localidad de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE - 2021?</p> <p>P2: ¿Cuál es la concentración de los parámetros microbiológicos en el agua que consume la población de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE - 2021?</p> <p>P3: 3. ¿Cuál es el diseño del sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE - 2021?</p>	<p>Objetivo general Determinar la calidad del agua para consumo humano y diseñar un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE.</p> <p>Objetivos específicos O1: Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua que consume la población de la localidad de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE. O2: Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua que consume la población de la localidad de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE. O3: Elaborar un diseño de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE.</p>	<p>Hi: Las concentraciones de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos de la calidad de agua para consumo humano son aptas en la localidad de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE - 2021, y el sistema de tratamiento mejora la calidad</p> <p>Ho:</p> <p>Las concentraciones de parámetros físicos químicos y bacteriológicos de la calidad de agua para consumo humano son aptas en la localidad de Puerto Rico, Provincia de ToCACHE - 2021, y el sistema de tratamiento no mejora la calidad</p>	<p>Variable Independiente. Diseño de un Sistema de Tratamiento de Agua Para Consumo Humano</p> <p>Variable dependiente. Análisis de la Calidad de Agua de Consumo Humano</p>	<p>Eficiente</p> <p>No eficiente</p>	<p>Diseño: En el presente estudio se utilizó como diseño de estudio el cuasi experimental (Fonseca Livias, 2013). O1</p> <p>X O2</p> <p>O1: Pre evaluación de las muestras de agua X: aplicación del diseño elaborado O2: Post evaluación de las muestras.</p> <p>POBLACIÓN: La Localidad de puerto rico, y área circundante que interviene la actividad de dotación de agua para consumo de la población. MUESTRA: La muestra de investigación será la cantidad de muestras de agua recolectadas en los puntos de muestreo, 01 muestra de 500 ml para los parámetros físico químicos y bacteriológicos en la Captación, reservorio y conexión domiciliar por 15 días.</p>	<p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS TÉCNICAS Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales R.J. 010-2016 ANA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.</p> <p>INSTRUMENTOS: Ficha de análisis de laboratorio o ficha de campo para la recolección de muestras para evaluar la calidad del agua.</p> <p>Análisis inferencial: Se analizarán con los valores numéricos alcanzados en los instrumentos a nivel cuantitativo, para ello se tendrá que cumplir con el requisito indispensable de someter las distribuciones de contraste a unas pruebas de normalidad; empleando para ello la prueba estadística de Kolmogorov - Smirnov con contraste de normalidad; en donde solo importa la significancia de la prueba (p – valor) para discriminar la normalidad</p>

## ANEXO 2

### GUIA DE ANALISIS DE FICHA DOCUMENTAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO DOMESTICO

Código:.....

#### 2.1. DATOS GENERALES DEL INVESTIGADOR

Nombre del  
investigador:.....

#### 2.2. DATOS GENERALES SOBRE PUNTO DE MONITOREO

##### Ubicación del punto de monitoreo

Departamento:	Punto de muestreo:
Provincia:	Finalidad del monitoreo:
Distrito:	Número de muestra:
Localidad:	Fecha y Hora de muestreo:
Nombre del cuerpo de agua:	Fecha y Hora de llegada a laboratorio:
Clasificación del cuerpo de agua:	Preservada:

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM  
Geográficas

Latitud: Zona:  
Este/longitud: Altitud:

**Resultado Análisis Microbiológico del agua:**

<b>Análisis Microbiológico del Agua.</b>	<b>Resultado</b>
--	------------------

Coliformes totales UFC/100MI	
Coliformes totales UFC/100MI	
Bacterias heterotróficas UFC/100MI	

**Resultado Análisis Físico del Agua**

<b>Análisis físico del Agua.</b>	<b>Resultado</b>
----------------------------------	------------------

Conductividad(umho/cm)	
Sólidos Totales mg/L	
Turbiedad UNT	
PH	
Color UCV	

**Resultado Análisis Químico del Agua:**

<b>Análisis químico del Agua.</b>	<b>Resultado</b>
-----------------------------------	------------------

Cloro residual libre mg/L	
---------------------------	--

Calificación del Agua de consumo doméstico:.....

## ANEXO 3

### PANEL FOTOGRAFICO

#### FOTOGRAFIAS DE LA ELABORACIÓN DE LA MAQUETA

##### Materiales:

1. Tres baldes de 16 litros.



2. Tubo de ½ pulgada



3. Tres unidades de llave de paso



4. Pegamento para pvc



5. Luz ultravioleta



6. Volutrol



7. Gasa



8. Arena



9. Piedra



10. Carbón



11. Cloro



12. Envases para la toma de muestras de agua



**Procedimiento:**

1. Realizar la instalación del volutrol con la botella de cloro y el primer balde, con la finalidad de clorar el agua.



2. Rellenar el segundo balde con la primera capa que es la gasa, segunda capa que es la arena, tercera capa que es el carbón triturado, cuarta capa que es piedra tamaño canica y quinta capa que es piedra tamaño doble que la canica.







3. Realizar la instalación del rayo ultravioleta en la tapa del tercer balde.



4. Conectar los tres baldes de manera que queden con la pendiente adecuada (modelo como una escalera).



5. Realizar la instalación de la maqueta para la recepción del agua, esperar que el agua siga el curso del tratamiento y tomar las muestras correspondientes para el análisis al laboratorio.



## ANEXO 4 RESULTADOS DE LOS ANALISIS



**PERÚ**  
Ministerio  
de Salud

Dirección Regional  
de Salud Huánuco

Laboratorio  
Referencial  
Regional Salud



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

### LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS

REG.: 045 - 2021- LMAA-LRRSP- HCO



SOLICITANTE : MILTON MORALES AQUINO  
DISTRITO : SANTA MARIA DEL VALLE  
PROVINCIA : HUANUCO  
DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTREO: 21-03-21 HORA 7:00 a.m. FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 21-03-21 HORA: 13:40 pm. MUESTRA TOMADA: INTERESADO  
SI ( ) NO ( X )

#### RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS LOCALIDADES	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	N° DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANALISIS FISICO QUIMICOS						ANALISIS BACTERIOLOGICOS		
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	PH	Cl	Coli. T NMP/100ml	Coli. Term. NMP/100ml	Bact. Heterot. UFC/ml
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	66	100	400	8	12	7.2	0	100	35	21
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	67	102	326	9	11	6.0	0	102	32	20
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	68	103	158	6	1	6.5	0	103	64	37
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	69	91	457	4	3	6.7	0	91	68	34
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	70	94	336	10	6	6.4	0	94	83	44
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	71	1800	1336	50	50	6.3	0	75	96	38
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	72	54	337	5	8	6.2	0	54	13	29
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	73	89	337	3	11	6.1	0	89	150	244
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	74	90	337	1	8	6.0	0	90	22	34
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	75	73	338	0	1	5.9	0	73	38	34
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	76	1550	1300	33	70	7.5	0	69	115	188
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	77	66	338	0	3	8.3	0	66	67	29
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	78	63	338	18	2	6.0	0	63	90	600
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	79	60	339	3	6	7.0	0	60	45	607
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	80	57	339	1	5	8.0	0	97	64	301
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	81	53	339	1	1	6.9	0	103	116	44
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DS 031-2010 (LMP)				1500	1000	10	15	6.5-8.5	0.5	0	0	500

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Total	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Coliforme Fecal	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Aerobios mesofilos	Método de placa fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005.

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AMBIENTAL  
LABORATORIO REGIONAL DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS  
*[Firma]*  
Rosa Alva, Analista de Agua y Saneamiento  
COSP 4530  
Huánuco, 21 de marzo de 2021.

Huánuco, 21 de marzo de 2021.

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C: 20146045881  
Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



PERÚ

Ministerio de Salud

Dirección Regional de Salud Huánuco

Laboratorio Referencial Regional Salud



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

## LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS

REG: 045 - 2021- LMAA-LRRSP- HCO

SOLICITANTE : MILTON MORALES AQUINO  
 DISTRITO : SANTA MARIA DEL VALLE  
 PROVINCIA : HUANUCO  
 DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTREO: 21-03-21 HORA 7:00 a.m. FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 21-03-21 HORA: 13:40 pm. MUESTRA TOMADA: INTERESADO  
 SI ( ) NO ( X )

## RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS LOCALIDADES	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	N° DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANALISIS FISICO QUIMICOS						ANALISIS BACTERIOLÓGICOS		
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	PH	Cl	Coli. T NMP/100ml	Coli. Term. NMP/100ml	Bact. Heterot. UFC/ml
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	66	15	54	1	6	6.8	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	67	11	55	2	6	6.9	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	68	15	42	2	6	7.0	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	69	11	12	1	6	6.6	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	70	11	28	1	6	6.9	0.5	1	1	22
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	71	10	36	1	4	6.9	0.5	0	0	12
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	72	6	42	1	8	6.9	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	73	5	58	1	6	6.9	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	74	9	32	1	6	6.9	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	75	15	22	1	6	6.9	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	76	18	100	1	7	6.9	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	77	22	14	1	2	6.9	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	78	13	11	1	6	6.9	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	79	11	200	1	6	6.9	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	80	14	12	1	6	6.9	0.5	0	0	0
TOCACHE	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	81	11	13	1	6	6.9	0.5	0	13	0
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DS 031-2010 (LMP)				1500	1000	10	15	6.5-8.5	0.5	0	0	500

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Total	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Coliforme Fecal	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Aerobios mesófilos	Método de placa fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005.

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUANUCO  
 LABORATORIO REGIONAL DE MICROBIOLOGÍA  
 Dr. Milto Morales Aquino  
 (RSP 4000)  
 Responsable del Laboratorio de Aguas y Parasitos

Huánuco, 21 de marzo de 2021.

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C: 20146045881  
 Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261