



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE FILTRACION PARA MEJORAR LA CALIDAD DE
AGUA POTABLE Y/O DE CONSUMO HUMANO EN UNA HACIENDA DE VIA A LA
COSTA (GUAYAQUIL)**

Trabajo de titulación previo a la obtención de Título de Ingeniero Industrial

AUTORES: MARIA DE LOS ANGELES CAMPOVERDE GOMEZ

RONNY GLEN MERA VINCES

TUTOR: MSC. ROMULO EDUARDO RODRIGUEZ QUINTANA

Guayaquil-Ecuador

2023

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, **MARIA DE LOS ANGELES CAMPOVERDE GOMEZ** con documento de identificación N°**0958545485** y **RONNY GLEN MERA VINCES** con documento de identificación N°**0932397466**, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.


Guayaquil, 19 de febrero de 2023

Atentamente,



María De Los Ángeles Campoverde Gómez

C.I: 0958545485



Ronny Glen Mera Vinces

C.I: 0932397466

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

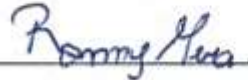
Nosotros, **María De Los Ángeles Campoverde Gómez** con documento de identificación No. **0958545485** y **Ronny Glen Mera Vinces** con documento de identificación No. **0932397466**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del tema : **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA POTABLE Y/O DE CONSUMO HUMANO EN UNA HACIENDA DE VÍA A LA COSTA (GUAYAQUIL)**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO INDUSTRIAL** en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 19 de febrero de 2023



María De Los Ángeles Campoverde Gómez
C.I: 0958545485

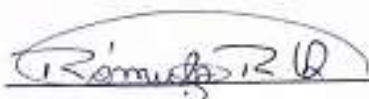


Ronny Glen Mera Vinces
C.I: 0932397466

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **ROMULO EDUARDO RODRIGUEZ QUINTANA** con documento de identificación N° **0914817010**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación : **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA POTABLE Y/O DE CONSUMO HUMANO EN UNA HACIENDA DE VÍA A LA COSTA (GUAYAQUIL)** , realizado por **María De Los Ángeles Campoverde Gómez** con documento de identificación N° **0958545485** y por **Ronny Glen Mera Vines** con documento de identificación N° **0932397466**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 19 de febrero de 2023



Msc. ROMULO EDUARDO RODRIGUEZ QUINTANA
C.I: 0914817010

DEDICATORIA

Le dedico este proyecto técnico de titulación principalmente a mi Madre que me apoyo desde el inicio de mi carrera hasta el final, me ayudo a afrontar las dificultades presentadas en el camino. También, quiero dedicarle este proyecto técnico de titulación a mis abuelos maternos por ser mis segundos padres y por haber estado en el proceso conmigo apoyándome. También, quiero dedicarle este proyecto técnico de titulación a mi hermano para que recalque este esfuerzo y enseñanza para su futuro profesional. Finalmente le dedico este proyecto a Dios que ha sido mi fortaleza cada día, mi guía y sabiduría en todo este trayecto.

María Campoverde Gómez

Este proyecto se lo dedico a mis padres, hermanos y esposa que siempre me apoyaron con lo que más han podido, brindándome todo su amor, aprecio y consejos para llegar a cumplir esta meta. También le dedico este proyecto a mis más cercanos amigos que siempre me aconsejaron llegar hasta el final sin rendirme y por último más importante le dedico este proyecto a Dios que jamás me ha soltado la mano y me ha acompañado en el camino correcto.

Ronny Mera Vincés

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud hacia la Universidad Politécnica Salesiana que formo estos 5 años profesionalmente y me inculco valores que me formaron como una Salesiana, que es una de las virtudes que se destaca en un profesional. Agradezco a mi Madre que se ha destacado por su valioso apoyo hacia a mí y mi carrera., gracias a ella y a mi hoy en día me convierto en una Ingeniera Industrial, es un sentimiento muy satisfactorio decirlo, a pesar de muchas dificultades que se presentaron últimamente ella ha sido mi guerrera y heroína. Estoy muy agradecida con mi hermano que me ha tomado como un modelo a seguir profesionalmente sintiéndose orgulloso de mí a su corta edad. Agradezco a mis abuelos maternos por su apoyo y mis tíos(as) por estar en momentos difíciles. A mi mejor amiga y mi enamorado agradezco por su apoyo en cada momento. Agradezco a mi tutor de tesis Ing. Rómulo Rodríguez por ser el guía en este proyecto de tesis y por el aporte con sus conocimientos y a mi directora de Carrera Ing. Fabiola Terán por su apoyo académico y personal. Agradezco a mi compañero de tesis por su paciencia, inteligencia, apoyo y amistad que prevaleció desde el primer momento y nos permitió culminar este proyecto de tesis. Agradezco a mis amigos que me dio la universidad por lo que nos superamos profesionalmente Doménica Bejar, Ronny Mera, Orlando Escobar y Rafael Altamirano. Para culminar estoy muy agradecida con lo primordial en mi vida que es Dios, gracias a él soy una profesional, es el único que sabe mis sacrificios, fracasos, victorias y cómo llegue a este gran paso profesional.

María Campoverde Gómez

Mi gratitud a la universidad politécnica salesiana por la enseñanza y ser guía importante en mi camino profesional, así como también valores cristianos y morales, agradezco a mis docentes de cada semestre donde fui creciendo profesionalmente, agradezco al Ing. Rómulo Rodríguez por haberme brindado como tutor todos sus conocimientos dentro de este proyecto técnico, agradezco principalmente al ingeniero Marcelo Berrones porque fue mi ejemplo a seguir dentro de la universidad y siempre me motivó con sabios consejos, agradezco a la Ingeniera Fabiola Terán por brindarme su apoyo en cada semestre. Agradezco a mi madre que con poco de ella me dio demasiado empezando desde lo moral haciendo que jamás me rinda cuando en muchas noches me desvelada con mucho cansancio del trabajo realizando deberes que pensé que serían imposibles, me daba un beso en la frente y me decía “todo va a estar bien” cuando me llegaba preguntar ¿seré ingeniero industrial? Ella siempre me motivaba con sus sabias palabras y aquí estoy, cumpliendo una gran meta, agradezco a mi Padre que me apoyo siempre económicamente con un gran consejo entre sus labios “Dios a todos les da la estrella y la oportunidad de tener, jamás corras con el tiempo de los demás” ahora es un gran padre y un gran amigo que me enseñó como ganarme el dinero honestamente con esfuerzo y sudor. Agradezco a mi esposa, hermanos y hermanas que me apoyaron incondicionalmente con sus consejos siempre y pusieron su granito de arena para que yo pueda culminar mis estudios universitarios. Siempre he dicho que; “las acciones de un presente repercutan en el futuro” y realmente es una realidad, la vida funciona cuando una persona hace las cosas bien y las hace correctamente con principios y valores. Por último y más importante, agradezco a Dios el único ser que me observa y sabe todas mis realidades, conoce todas mis debilidades, fortalezas y jamás me ha soltado ni un solo segundo la mano.

Ronny Mera Vincas

GLOSARIO DE TERMINOS

Análisis: Examen detallado de una cosa para conocer sus características o cualidades, o su estado, y extraer conclusiones, que se realiza separando o considerando por separado las partes que la constituyen

Microbiológico: Es la ciencia que estudia los microorganismos, bacterias, hongos, protistas y parásitos y otros agentes como virus, viroides y priones.

Fisicoquímico: Rama de la ciencia que estudia la interrelación entre las propiedades físicas y químicas de una sustancia

Cryptosporidium: Enfermedad intestinal producida por un parásito microscópico llamado Cryptosporidium.

Giardia Lamblia: Enfermedad intestinal producida por un parásito microscópico

Filtración: Proceso de separación de partículas sólidas de un líquido utilizando un material poroso llamado filtro.

Ósmosis inversa: Proceso mediante el cual se purifica una muestra de agua eliminando las partículas en suspensión.

Porosidad: Fracción volumétrica de poros del material.

Coliformes fecales: Es una bacteria anaeróbica facultativa, con forma de bastón, gramnegativa y no esporulante.

Turbidez: Falta de transparencia, debida a la presencia de partículas en suspensión.

Caudal: Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.

Desfogue: Salida del agua embalsada.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de un sistema de filtración para mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano en una hacienda de vía a la costa (Guayaquil)

RESUMEN

Este proyecto técnico tiene como enfoque la propuesta de un sistema de filtración de agua potable para consumo humano. Se halló como problema en la actualidad que existen más habitantes afectados por no tener agua potable de acuerdo en la ODS Ecuador. Cada hacienda debe poseer de un sistema de filtración de agua potable si no tienen la posibilidad de contar con agua potable directamente. Por esta razón la investigación tendrá como objetivo obtener una mejora en la calidad de agua de la hacienda mediante el uso de sistema de filtración de agua. Para dar soporte a la investigación es necesario hacer un análisis de agua para que sea considerada como agua potable y para consumo humano. Se investigó dichos análisis y procesos para realizar el sistema de filtración de agua basándose a las normas INEN de Ecuador. Para el desarrollo del sistema de filtración de agua potable y/o consumo humano se realizó investigaciones y análisis del agua distribuida del tanquero, cuando llega a dicha cisterna, el cual permitió ver las falencias y daños del agua no potabilizaba antes de consumirla. Dando buenos resultados para resolver dicho problema en la hacienda de Vía a la costa- Guayaquil.

Palabras Clave: propuesta, filtración, agua, consumo, filtrado y humano.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
INDUSTRIAL ENGINEERING

Proposal for a filtration system to improve the quality of drinking water and/or water for human consumption in a farm on via a la costa (Guayaquil).

ABSTRACT

This technical project focuses on the proposal of a drinking water filtration system for human consumption. It was found as a problem at present that there are more inhabitants affected by not having drinking water according to the ODS Ecuador. Each farm must have a drinking water filtration system if they do not have the possibility to have drinking water directly. For this reason, the research will aim to obtain an improvement in the water quality of the farm through the use of a water filtration system. To support the research, it is necessary to analyze the water to be considered potable water for human consumption. These analyses and processes were investigated to develop the water filtration system based on the INE standards of Ecuador. For the development of the filtration system for drinking water and / or human consumption, research and analysis of the water distributed from the tank, when it arrives to the tank, which allowed us to see the shortcomings and damage of the water before consuming it. Giving good results to solve this problem in the farm of Via a la costa - Guayaquil.

Keywords: Proposal, filtration, water, consumption, filtration, human.

ÍNDICE GENERAL

TEMA.....	I
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
GLOSARIO DE TERMINOS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
ÍNDICE GENERAL	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE GRÁFICO	XVIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
EL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Importancia, alcance y beneficiarios.	3
1.4. Delimitación del problema	4
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivo general.....	5
1.5.2 Objetivos específicos	5

CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.1 Historia de la filtración	6
2.1.2. Sistema de filtración	7
2.1.3. Tipos de filtros para agua potable.....	8
2.1.6.2 Filtros de carbón activado especiales.....	13
2.1.6.4. No retiene arsénico	13
2.1.6.5 Intercambio iónico.....	14
2.1.7 Limpieza y Desinfección de la Cisterna	14
2.1.8. Mantenimiento de cisterna.....	15
2.1.8.1 Cisternas por Nick Gromicko, CMI®	17
2.2.1 Calidad de agua potable para el consumo humano.....	20
2.2.2. Estructura química del agua.....	20
2.2.3 Purificación del agua.....	21
2.2.3.1 Purificación física	21
2.2.3.2 Purificación química	22
2.2.3.3 Purificación bacteriológica	22
2.2.3.4 Métodos modernos de purificación.....	23
2.2.4 Diferentes efectos del cloro	24
2.2.6. Enfermedades que se pueden transmitir por agua contaminada.....	25
2.2.7. El derecho a acceder a agua limpia: el caso de Achta Fadoul	26
2.2.8. Agua para consumo humano.....	26
2.3 Marco Legal.....	28
2.3.1. Norma INEN 1108.....	28
2.3.2. Referencias normativas.....	28
CAPITULO III.....	30

MARCO METODOLÓGICO.....	30
3.1 Área de investigación.....	30
3.2 Enfoque de la investigación.....	30
3.3. Tipos de investigación para la recolección de información.....	31
3.4 Población y muestra.....	32
3.5 Análisis de la recolección de información.....	33
CAPITULO IV.....	38
PROPUESTA.....	38
4.1. Levantamiento de la información.....	38
4.2. Diseño de la red del filtro.....	39
4.2.1 Calculo del caudal y presión.....	39
4.3 Distribución actual del agua.....	42
4.3.1. Análisis de agua.....	46
4.4 Instalación del sistema de filtro de ósmosis inversa.....	52
4.4.1. Pasos de instalación.....	52
4.4.1.1. Conexión de la válvula de ósmosis inversa.....	54
4.4.1.2. Conecte el tubo.....	54
4.4.1.3. Tubería de liberación / tapones.....	55
4.4.1.4. Insertar o quitar clips de bloqueo.....	55
4.4.2. Lista de componentes.....	57
4.4.2.1. Componentes de la válvula de detención de fugas.....	58
4.4.2.2. Tanque de almacenamiento de ósmosis inversa.....	59
4.4.2.3. Unidad ro.....	59
4.4.3. Componentes del sistema.....	60
4.4.4. Proceso de producción del agua.....	61
4.4.5. Guía de problemas.....	62
4.5. Comparaciones del análisis de agua con la norma inen 1108.....	63

4.6. Verificación del filtro de ósmosis inversa	66
4.5.1 Verificación de los puntos de agua dentro de la vivienda.	67
4.5.2. Presión del agua en el tanque elevado	68
4.5.3. Ubicación espacial del filtro osmosis inversa.....	69
4.5.4. Retroceso del agua	69
4.5.5. Diseño de la estructura del tanque para agua de rechazo.....	71
4.5.6. Lista de materiales para la adaptación de la torre para agua de rechazo	71
4.7. Análisis del agua posterior a la implementación del filtro de osmosis inversa	72
4.6.1. Análisis fisicoquímicos de agua purificada	72
4.6.2. Preparación de reactivos.	73
4.6.3. Ensayos	74
4.8 Validación de resultados	76
4.9. Conclusiones y recomendaciones	77
4.10. Cronograma.....	78
4.11 Presupuesto	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXOS	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la hacienda vía a la Costa- Guayaquil	4
Figura 2 Carbón activado.....	9
Figura 3 Filtro de carbón activado.....	10
Figura 4 Pasos para desinfección de cisternas	14
Figura 5 Modelo de cisterna	17
Figura 6 Estructura química del agua	21
Figura 7 Resultados de análisis de agua	49
Figura 8 Ubicación de la instalación.....	52
Figura 9 Conexión de la válvula	54
Figura 10 Conecte el tubo	55
Figura 11 Tubería de liberación.....	55
Figura 12 Quitar clips de bloqueo.....	56
Figura 13 Lista de componentes	58
Figura 14 Componentes de la válvula.....	58
Figura 15 Tanque de almacenamiento	59
Figura 16 Unidad ro.....	60
Figura 17 Componentes del sistema	61
Figura 18 Producción del agua	61
Figura 19 Datos del ángulo para la torre.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano.....	26
Tabla 2 El agua para consumo humano debe cumplir los requisitos microbiológicos.....	27
Tabla 3 Población y muestra.....	32
Tabla 4 implementar un sistema de filtración.....	33
Tabla 5 mejorar la calidad del agua.....	34
Tabla 6 nivel de pH y de minerales.....	35
Tabla 7 sistema de filtro de osmosis inversa.....	36
Tabla 8 mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano.....	37
Tabla 9 Datos de la altura y caudal de la bomba.....	40
Tabla 10 Datos de la red de filtro.....	40
Tabla 11 Dotación de agua potable.....	43
Tabla 12 Convertir Litros a Galones.....	43
Tabla 13 Registros físicos y químicos del agua.....	47
Tabla 14 Registros microbiológicos del agua.....	48
Tabla 15 Guía de problemas.....	62
Tabla 16 Resultado del análisis microbiológico.....	63
Tabla 17 Resultado del análisis fisicoquímico.....	65
Tabla 18 puntos de agua dentro de la vivienda.....	67
Tabla 19 Datos de las medidas para la torre.....	70
Tabla 20 Materiales para la adaptación de la torre.....	71
Tabla 21 Lista de materiales para la red del filtro de agua.....	72
Tabla 22 Detalle de Materiales, Equipos y Reactivos.....	73
Tabla 23 Especificaciones de aceptación microbiológicas aguas filtradas.....	75
Tabla 24 Resultados de Análisis Microbiológicos de Agua Purificada por Ósmosis Inversa.....	75

Tabla 25 Cronograma 78

Tabla 26 Presupuesto 79

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1 Implementar un sistema de filtración.....	34
Gráfico 2 Mejorar la calidad del agua.....	35
Gráfico 3 Nivel de pH y de minerales.....	36
Gráfico 4 Sistema de filtro de osmosis inversa.....	37
Gráfico 5 Mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano.....	38
Gráfico 6 Unidad de ósmosis inversa.....	53
Gráfico 7 Análisis microbiólogo.....	63
Gráfico 8 Análisis fisicoquímico	63
Gráfico 9 Resultados vs. Requisitos.....	65
Gráfico 10 Puntos de agua y anomalías	67

INTRODUCCIÓN

Este proyecto técnico busca encontrar una solución para reducir los acontecimientos y problemáticas que tiene la hacienda referente al consumo de agua, ya examinada lista para poder ser tratada por medios de filtros que ayuden a potabilizarla para hacerla bebible dentro del perímetro de 1000 metros cuadrado. Se analizaron, identificaron y juzgaron diferentes aspectos para que el filtro sea adecuado para abastecer dicho sector, ya mencionados teniendo en cuenta que debe ser bebible para los dueños que habitan dentro del lugar, esta idea surgió cuando los habitantes del lugar empezaron a ver anomalías en las llaves de aguas, residuos, basuras pequeñas, animales, plantas trituradas y más expusieron dos pomas de dos fechas diferentes donde una poma salía más clara el agua y otra más sucia, El tanquero no solamente sacaba el agua de la toma potable de Chongon km24 sino del canal de agua que va hacia la península de Santa Elena.

Antes de saber que filtro utilizar realizamos una extensa investigación para analizar diferentes tipos de agua la primera cuando estaba por vaciarse la cisterna y la segunda muestra cuando estaba llena entonces estas muestras fueron examinadas con un análisis de agua para encontrar que tipo de pH y de minerales tenía la cisterna, esto fue muy beneficioso porque a su vez se pudo constatar la presencia de microorganismos, exceso de cloro y también 0 ppm de cloro haciendo que la mortalidad de los pollos aumenten, ahora con la propuesta de un filtro de agua potable se beneficiarían los habitantes, los animales del lugar haciendo una mejora en su entorno , crecimiento en la cantidad de animales y pocas enfermedades dentro del lugar ya que el agua es un requisito indispensable para la vida.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El agua es el líquido vital de gran importancia para el ser humano, por ello es significativo el uso de filtros en nuestros hogares para poder purificar el agua, este se encarga de atrapar los residuos físicos y microbiológicos que existen en el agua gracias a los micro canales de las paredes internas. Además, es un proceso ecológico y amigable con el medio ambiente; por ende, la propuesta de un sistema de filtro potable para una hacienda de mil metros cuadrados en el km 22 vía la costa, antiguo sector casas viejas, cuyo problema principal es que no poseen agua tratada causando daño a la salud de los habitantes de dicha hacienda, ya que utilizan una cisterna con 2.40 metros de profundidad, 2.24 metros de ancho y 2.27 metros de longitud para la reserva del agua, misma que es llenado por un tanquero y por medio de una bomba, esa agua se distribuye hacia un tanque elevado de aproximadamente 500 litros, repartiendo el agua para toda la hacienda cuyo líquido vital no es recomendable por el alto índice de contaminación que conlleva, aumentando el riesgo de diferentes tipos de enfermedades.

Por ello es necesario la propuesta de un sistema de filtros, para de esta manera el agua puede ser potabilizada y/o de consumo humano en toda la hacienda y disminuir el riesgo de diferentes tipos de enfermedades y problemas en la salud de los habitantes, reduciendo el alto índice de contaminación que trae consigo el agua que suministra el tanquero, teniendo en cuenta que es muy complicado para los habitantes adquirir agua potable ya que se encuentran alejados de la ciudad y cerca de la hacienda abusan del costo de agua teniendo un precio elevado. Siendo consciente de la situación se busca el empleo de este proyecto para lograr disminuir la contaminación con el diseño adecuado de filtrado del líquido vital.

1.2. Antecedentes

El filtrado de agua potable es necesario porque ayuda a disminuir el riesgo de enfermedades y contaminación que a largo plazo perjudica de manera crónica a todos los habitantes de la hacienda, se tiene en cuenta que el daño a la salud es irreversible. Es necesario que se realice los estudios pertinentes para la propuesta del filtro, respecto a esto se pidió la aprobación de los habitantes de la hacienda para ejecutar el presente proyecto.

Es importante contar con dicho filtro para mejorar la calidad del agua y al mismo tiempo la vida de los habitantes, teniendo como beneficiarios directos a las personas, animales y sembríos que viven en la hacienda y beneficiarios indirectos a profesores, estudiantes e investigadores. De hecho, este tipo de proyectos son importantes porque tienden a buscar una problemática para luego solucionarlo, por este motivo es necesario realizar un estudio de campo en toda la hacienda para poder comprender la distribución del agua con la finalidad de esbozar un adecuado diseño de un modelo de filtro para agua potable que se adapte fácilmente a la hacienda y no sea muy costoso.

1.3. Importancia, alcance y beneficiarios.

Se estima que la propuesta de un modelo de filtración para la mejora de calidad de agua y/o consumo humano de la hacienda priorice la salud de las personas dentro del entorno mencionado. Por otra parte, vale recalcar que los beneficiarios de dicha propuesta son las personas que habitan en la hacienda, sus sembríos y animales. Esta propuesta se realiza para los habitantes de la comuna casas viejas-Parroquia Chongon lotización las tecas donde no tienen agua potable ni alcantarillado y el agua que está reservada en una cisterna es distribuida por medio de tanqueros dando como beneficiario no solo a los habitantes de la hacienda sino a todo su entorno, también dentro de todo este beneficio estamos nosotros como estudiantes de la carrera de ingeniería industrial por las enseñanzas, conocimientos y experiencias que

obtendremos a través de este proyecto técnico, con beneficios muy fructíferos en los cambios de la calidad de agua dentro del campo de investigación.

1.4. Delimitación del problema

Temporal

El objeto de la investigación y desarrollo de este proyecto se realizará en la ciudad de Guayaquil-Ecuador en el período de 2022 - 2023 y tendrá aproximadamente una duración de 6 meses.

Geográfica

Está ubicado en la provincia del Guayas, en el sur oeste de la ciudad de Guayaquil en el km 22 vía la costa.

Figura 1 Ubicación de la hacienda vía a la Costa- Guayaquil



Fuente: <https://www.google.cl/maps/preview>

Académica

Este proyecto se realiza basado en las normas y formatos de la Universidad Politécnica Salesiana para proyectos técnicos de titulación, también se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos durante todo el proceso de estudio en materias como: Ingeniería ambiental y Sistemas energéticos, Estática, Termodinámica Técnica, Probabilidad y Estadística, Química General, Mecánica Newtoniana, Investigación y Muestreo, Evaluación de Impactos Ambientales.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Proponer un sistema de filtración para mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano en una hacienda ubicada en el Km 22 Vía a la Costa (Guayaquil).

1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar y evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua antes de uso.
- Proponer un sistema de filtración para mejorar la calidad del agua potable para consumo humano, y limpieza.
- Estudiar el diseño de un sistema de filtración que permita obtener agua de consumo humano que cumpla con lo establecido en las Normas Técnicas Ecuatorianas vigentes.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.1 Historia de la filtración

La filtración desde su historia ha sido una herramienta necesaria en el ámbito del hogar, las cuales eran de piedras porosas muy comunes que se colocaban en tinas, esto se daba desde los siglos XVIII, las cuales posteriormente remplazaban con filtros de esponjas, lana u otros materiales esponjosos con orificios. Cabe mencionar que en 1872 nace la filtración lenta que están compuesta de arena y es conocida como la más antigua de todas, las cuales fueron transformándose en sistemas que ayudaban a evitar la turbiedad, el cual no contiene un filtro de pretratamiento.

De acuerdo con Caranqui (2019),

Se formó dos escuelas entre los científicos, los que defendían la filtración hacia abajo (descendente) y la filtración hacia arriba (ascendente). Los primeros decían que la filtración descendente facilitaba la limpieza del filtro ya que la mayoría de la materia que se encontraba en suspensión se quedaba retenida en las primeras capas del lecho, el cual solo raspando esas capas se limpiaba con más facilidad. En otra instancia, los que creían en la filtración ascendente decían que, pasando a través del material más fino la gravedad producía el asentamiento de la mayoría de las partículas en el fondo del filtro y las que alcanzaba a subir podrían fácilmente ser lavadas con solo invertir el flujo. Pero se popularizó la filtración descendente y tanto como en Europa como en América se comenzó a usar los filtros lentos de arena (p. 40).

Se procede al diseño de un filtro rápido que se lo conoce como “Americans”, los mismos que ya se encuentran mecanizados; a diferencia de los otros que tenían una convergencia lenta.

Esta innovación, tiene como fuente la limpieza filtrante; se trata de invertir el flujo en vez de ir capa por capa, la cual da un mejor resultado en la eliminación eficiente de las impurezas

De acuerdo con Little Fall (2019), “introdujeron un sistema de mezcla coagulación y sedimentación de tanques separados con el simple objetivo de remover la mayoría de las partículas antes de que llegase a los filtros; tenían una capacidad de 18L/seg.”. Por lo cual, su funcionamiento en el tratamiento de las aguas es de tipo procesal donde va modificando el lecho inicial por medio de una filtración por membrana de acción micro para evitar las impurezas que se encuentren en la turbiedad.

2.1.2. Sistema de filtración

En este sistema se observa como un conjunto de procesos que trata el agua en sus diversos aspectos como es: el físico, microbiológico y químico, para luego pasar por el sistema de filtración en donde el agua ya puede ser considerada como potable debido al cumplimiento de las normas de calidad y de salud. Probado la eficacia se puede convertir en un sistema de producción en serie llegando a cada uno de los hogares y/o familias que desean tener agua de calidad, por consiguiente, se tiene una prioridad de cumplir varios puntos llamativos en el uso y su comercialización como son:

- Debe tener una agradable e interesante estética para el usuario, sin que esto haga confundirse con su calidad.
- Su calidad con su sabor de pureza debe ser constante para diversos usos como: bebidas, limpieza y cocción de la alimentación diaria de la familia.
- En aspectos sanitarios deben tener un estándar más alto para incurrir en la impureza del agua y sus microorganismos patológicos.

Por este motivo, al aplicar este sistema de filtración conlleva a estimular nuestros sentidos mejorando la percepción de cada uno ellos, donde es prioridad combatir la turbiedad,

compuesta de olor y sabor del agua; por medio de la filtración es una fuente alterna que nos ayuda a la calidad bacteriológica de nuestro Organismo Humano. Por ende, debe considerarse que el manejo de riesgo sea de calidad evitando la impureza del agua, mediante el flujo ascendente con una presión estable para no comprometer la carga superficial del Sistema.

2.1.3. Tipos de filtros para agua potable

Las partículas contaminantes en el agua se pueden eliminar y mejorar la calidad del agua a través de diferentes sistemas y neutralizadores. (Peña Murillo et al., 2021)

2.1.3.1 Carbón activado

Es un sistema de filtrado a base de bloques o gránulos de carbón con propiedades. Por ello, este carbón se puede obtener de otras maderas como cáscaras de coco, serrín o incluso huesos de aceituna. Al reducir sus poros, el carbón activado es excelente para la adsorción, fenómeno que retiene moléculas de otros compuestos, así tenemos un ejemplo, donde el agua del grifo pasa por el carbón activado, se reducen considerablemente las bacterias, los olores y los sabores.

El uso de carbón activado para purificar el agua es muy común hoy en día, ya que la mayor parte del agua se origina de los ríos. Para Mejía (2022),

El tamaño de partícula o malla, se recomiendan los tamaños de 12×40 y 8×30 para esta aplicación. Para los sistemas de agua industrial de carbón activado, se requiere un análisis para comprender la calidad del agua. Cuando se trata de agua de la red municipal o de un pozo confiable, donde podemos esperar niveles más bajos de contaminantes, podemos usar carbón activado de cáscara de coco. Por ende, si el agua tiene alta turbidez, altos niveles de compuestos orgánicos totales o agua superficial de un río o lago. En estos casos, el tipo de carbón activo debe ser de origen mineral bituminoso.

Por otro lado, los filtros de carbón activado retienen contaminantes orgánicos, dentro de los contaminantes podemos incluir a los pesticidas, detergentes, hidrocarburos, grasas y aceites disueltos. Sin dejar de lado la eliminación del cloro libre. Además, en el Sistema de filtración del agua existen los filtros industriales de carbón activado que tienen como finalidad la eliminación del cloro, sabor, olor y color de origen orgánico, pero en cantidades exuberantes a comparación del uso doméstico y/o familiar: este carbón activado explotado es de origen mineral bituminoso o carbón de cáscara de coco.

Figura 2 Carbón activado



Fuente: (Eurocarb, 2023)

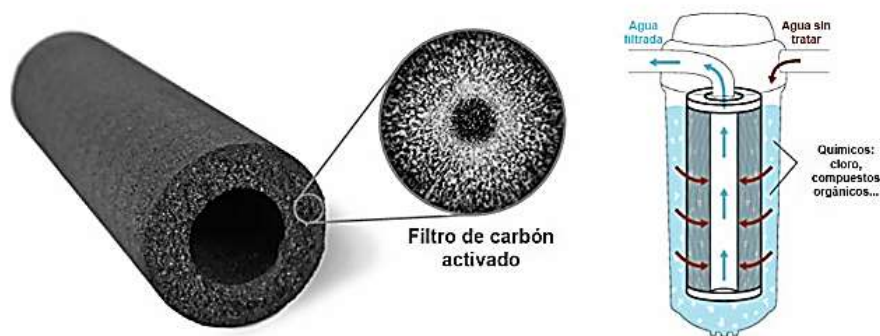
2.1.3.1. Elimina del agua el filtro de carbón activado

El filtro de carbón activado es una herramienta muy eficaz para eliminar o reducir la materia orgánica, los contaminantes y los productos químicos. En los EE. UU., las organizaciones que realizan la investigación son la EPA y la NSF, mencionan que se elimina de 60 a 80 elementos químicos del agua y reducen efectivamente de 30 a 22 elementos moderadamente del mismo. El rango de eficacia, que depende de la calidad y cantidad de carbón activado utilizado, está muy influenciado por la presencia de contaminantes en el agua. Vale la pena señalar que una gran concentración de contaminantes en el agua reduce la vida útil del carbón en proporción al nivel de contaminación.

Los estudios de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de EE. UU.) recomiendan el carbón activado del agua para eliminar:

- Contaminantes orgánicos.
- Los pesticidas enumerados (incluidos pesticidas como nitratos y glifosato, también conocido como Roundup) son los herbicidas más comunes.

Figura 3 Filtro de carbón activado.



Fuente: (Aquaprof, 2023)

2.1.4. Eliminar Cloro Cl

En las Instituciones Municipales como Estatales que suministran de agua a la población, utilizan cloro para eliminar microorganismos hasta llegar a las cisternas o tinacos. Sin embargo, algunas veces el cloro puede afectar a las Plantas de tratamientos o equipos de purificación del agua, o una intoxicación por beber el agua mal clorada. Dando el debido uso a los filtros de carbón activado serán ideales para eliminar cloro libre, su mal sabor y olor.

2.1.4.1. Subproductos del cloro

Un subproducto (VOCs), como los THMs que están identificados como productos potencialmente cancerígenos. El Sistema de filtración de carbón activado es una tecnología más eficaz y comprobada que nos favorece la eliminación de estos subproductos.

2.1.4.2. Eliminar Cloruro Cl

En la potabilización del agua, se ha encontrado el cloruro, que puede ser benéfico. La filtración por medio del carbón activado suele reducir el cloruro en un 50 y 60%.

2.1.5. Retener pesticidas

Estos pesticidas ingresan por el suelo hasta llegar a las aguas subterráneas, para luego estar en las corrientes y/o afluentes de los ríos, lagos, océanos; siendo transportado por este flujo hacia nuestros hogares o industrias.

El Sistema de Filtración de Carbón Activado ofrece numerosos beneficios, uno de los cuales es la eliminación efectiva de una amplia gama de pesticidas. Desde clorado y (CLD/Kepone) hasta glifosato, heptacloro y lindano, este sistema puede eliminar los pesticidas más utilizados. Además, también puede abordar el nitrato.

2.1.5.1. Herbicidas

Las investigaciones demuestran que el carbón activado elimina de forma eficaz 12 herbicidas importantes, como la atrazina y el 2,4-D. El nitrato es un componente vital para el crecimiento de las plantas y no es dañino a menos que se consuma en cantidades excesivas. Sin embargo, los altos niveles de nitrato en el agua conducen a la metahemoglobinemia, también conocida como enfermedad del "bebé azul". El uso de carbón activado puede reducir los niveles de nitrato en un impresionante 50-70%.

2.1.5.2. Ácido PFOS

Una sustancia química sintética, el PFOS, se utiliza en una variedad de productos, como polvos para combatir incendios, recubrimientos metálicos y repelentes de manchas. Se ha descubierto que esta sustancia química se acumula con el tiempo en el medio ambiente y el agua potable, lo que representa una amenaza para las especies de mamíferos debido a su

toxicidad, persistencia y naturaleza bioacumulativa. Sin embargo, la investigación revela que el carbón activado es efectivo para eliminar el PFOS, así como otras variantes dañinas como PFAS, PFOA y PFNA.

2.1.5.3. Fosfato PO₄³⁻

El crecimiento de las plantas depende en gran medida tanto del fosfato como del nitrato. Además de su papel en la nutrición de las plantas, el fosfato funciona como inhibidor de la corrosión. Curiosamente, una cantidad sustancial de fosfato no representa una amenaza para la salud humana. Prevenir la lixiviación de plomo y cobre de las tuberías es una práctica común de las agencias municipales de agua (PWS), que se logra mediante la adición de fosfatos al agua potable. Sin embargo, este método puede no ser aplicable a aguas de procesos industriales o cumplir con ciertas regulaciones.

2.1.5.4 Litio Li⁺

“El litio está presente de forma natural en el agua potable. Aunque existe en una proporción muy baja, el litio es en realidad un componente antidepresivo. No ha demostrado tener efectos nocivos en el cuerpo humano. El litio puede encontrarse en las aguas salobres de pozo, en las aguas geotérmicas y en las salmueras de los yacimientos de petróleo y gas. Los filtros de carbón activado vegetal pueden reducir entre el 70 y 90% de este elemento” (García, 2022).

2.1.6.1. Microplásticos

Diferentes tipos de plásticos y aditivos químicos están presentes en los desechos plásticos que terminan en cuerpos de agua, dando como resultado microplásticos. El efecto de los microplásticos en la salud humana es difícil de determinar debido a la gran variedad de tipos de plásticos y aditivos involucrados. A diferencia de los materiales naturales, los desechos plásticos no se descomponen naturalmente cuando ingresan a las vías fluviales.

Los rayos del sol y los elementos físicos como las olas o las corrientes de los ríos tienen la capacidad de descomponer los desechos plásticos, mientras que la interacción con el oxígeno también ayuda en esta degradación. Como resultado, se han encontrado partículas diminutas, tan pequeñas como 2,6 micrones, en informes públicos. Sin embargo, un bloque de carbono que mide solo 1 micra tiene la capacidad de retener microplásticos de más de 2 micras.

2.1.6.2 Filtros de carbón

Los filtros de carbón activado se pueden mejorar con impregnación de plata, lo que ofrece capacidades bacteriostáticas para prohibir el crecimiento bacteriano. Las técnicas de tratamiento complementarias como la ósmosis inversa, el intercambio iónico y la ultrafiltración pueden eliminar aún más los patógenos, el calcio, los coliformes y los virus.

2.1.6.3. Lo que NO elimina un filtro de carbón activo

Para esto, el carbón activado es altamente efectivo para eliminar más de 70 impurezas diferentes. Sin embargo, existen ciertas sustancias que no puede limpiar.

Los filtros de agua de carbón activado, si bien son efectivos para eliminar las impurezas, no pueden mantener intactos los minerales o los TDS, algo que los profesionales del tratamiento del agua suelen medir. Tampoco son efectivos para eliminar el coronavirus Covid19, pero existen métodos alternativos para eso, como la ósmosis inversa y la luz ultravioleta UV. Relájese, nunca se ha encontrado coronavirus en filtros de carbón activado.

2.1.6.4. No retiene arsénico

Cuando se ha excedido la norma, el carbón activado no es suficiente para eliminar el arsénico. Sin embargo, en áreas donde se ha contaminado el agua subterránea, es bastante común usar carbón activado, que ha demostrado eliminar de manera efectiva entre el 30 % y el 60 % del arsénico.

Otros tratamientos, como la ósmosis inversa o el intercambio de iones, pueden ser necesarios si el agua tiene ciertas sustancias presentes.

2.1.6.5 Intercambio iónico.

Es frecuente la integración entre la filtración de intercambio iónico y los filtros de carbón activado, ya que la primera implica el uso de resinas iónicas en forma de granos esféricos para eliminar nitratos, reducir la salinidad o descalcificar el agua. Este método cuenta con ventajas únicas que no se encuentran solo en los filtros de carbón activado. Cada producto tiene especificaciones únicas para este proceso de filtración.

2.1.7 Limpieza

- Reutilizaremos una botella de plástico, haremos unas pequeñas perforaciones de ½” con una punta de acero inoxidable 304, un máximo de 8 perforaciones.
- Agrega hipoclorito en trocitos.
- Con una cuerda de 1/8” realiza un amarre bajo el enroscamiento de la botella.
- Introduce la botella a la cisterna.

Figura 4 Pasos para desinfección de cisternas



Fuente: (Aquaprof, 2023)

2.1.8. Mantenimiento de cisterna

Cada medio año, los expertos sugieren limpiar la cisterna. Con el tiempo, estos tanques y contenedores pueden acumular capas de sedimentos del agua procesada en las plantas de tratamiento. Si se descuida, esto podría provocar enfermedades a medida que los microorganismos comienzan a encontrarse dentro de estos sedimentos. Desafortunadamente, consumir esta agua contaminada podría provocar complicaciones gastrointestinales no deseadas. Evitar estos problemas es crucial.

Siga estos pasos para completar la tarea elegida con eficiencia: es esencial cumplirlos por completo.

- Cerrando el paso del agua entrante, vaciar parcialmente la cisterna dejando aproximadamente 15-20 cm de agua. Para evitar que las tuberías se ensucien durante la limpieza, cierre la entrada de tuberías de la casa.
- Con el agua que tengas a mano, es fundamental limpiar el techo, las paredes y el suelo con un cepillo. Se debe evitar estrictamente cualquier producto de limpieza o detergente al realizar esta tarea.
- Use baldes para vaciar la cisterna de agua sucia. Si su tanque carece de una válvula de drenaje, esta es su mejor opción. No cometa el error de abrir las válvulas de distribución internas como las de la cocina o el baño.
- Llene el depósito aproximadamente hasta la mitad antes de desinfectar el agua destinada al consumo humano con 2ml de cloro por cada mil litros. Esta sección del procedimiento prohíbe estrictamente el uso o la ingestión de agua del grifo. Se recomienda dejar actuar el agua clorada unas horas, si es posible.
- Circule y desinfecte las tuberías abriendo todos los grifos de distribución de agua simultáneamente hasta que el tanque se haya vaciado completamente de agua clorada.

- Abrir permanentemente la llave de paso del depósito (entrada de agua) o activar el dispositivo que lo permita, posibilitando su llenado, y luego cerrar los grifos de distribución.
- Por última vez, antes de beber, deje correr el agua de tres a cinco minutos.
- Hierva y filtre el agua antes de ponerla en el refrigerador o consumirla.

Para el consumo humano, los tanques de agua no potable requieren muy poco mantenimiento, mientras que las cisternas que proporcionan agua potable para humanos tienen requisitos de mantenimiento más exigentes. Esto incluye pruebas semestrales periódicas para garantizar que la calidad del agua y los sistemas de filtrado funcionen correctamente.

Las pautas para el mantenimiento del tanque incluyen lo siguiente para la mayoría de los tanques:

- Se debe proporcionar ventilación mientras los trabajadores limpian y desinfectan una cisterna, lo cual debe hacerse antes de su uso. Es necesario eliminar cualquier depósito de suciedad o escombros y fregar el interior con agua y lejía. Una vez que el tanque esté limpio, debe usar una manguera para enjuagar el interior hasta que desaparezca el olor a cloro.
- Cada 6 meses, es imprescindible limpiar una cisterna. En algunos casos, es posible que se requiera una limpieza más frecuente, especialmente cuando las ráfagas de viento hacen que el polvo, las hojas o las cenizas de la chimenea y la estufa caigan sobre el techo. Para mantener una cisterna más limpia, es importante examinar y limpiar las canaletas, los bajantes y los filtros.
- Las tapas de acceso a la cisterna deben revisarse regularmente y asegurarse de que estén bien cerradas.

- El uso de pinturas de cemento Portland y resinas epoxi puede sellar eficazmente las grietas en el cemento para evitar fugas. Es importante actuar con rapidez y aplicar estos selladores tan pronto como se detecten fugas.

2.1.8.1 Cisternas por Nick Gromicko, CMI®

“Las cisternas son tanques que almacenan agua para distintos propósitos, como ser irrigación, extinción de incendios, y consumo humano.”

Figura 5 Modelo de cisterna



Fuente: Nick Gromicko

2.1.8.2. Usos

El agua de lluvia filtrada de un sistema de captación o el agua tratada de fuentes acuíferas públicas se pueden almacenar en cisternas para múltiples objetivos, incluida la higiene personal, el consumo humano y el lavado de platos. Además, es posible almacenar agua no potable para lavado de autos y riego. En Littleton, New Hampshire, los funcionarios de la ciudad han otorgado los fondos para adquirir los gigantescos camiones cisterna de extinción de incendios con 21 unidades que pueden contener hasta 10,000 galones de agua cada una. El costo de producir estos tanques se estima en \$41,000 por tanque, significativamente más alto que la capacidad de los camiones de bomberos convencionales. Ahora es común que varias

comunidades inviertan en equipos de extinción de incendios más importantes, como estos camiones cisterna, que están diseñados para contener tres veces o más el volumen de agua estándar en los camiones de bomberos.

2.1.8.3. Materiales

Cada pie cúbico de agua pesa 62,4 libras (28,3 kg) y un solo galón de agua tiene un peso de 8,3 libras (3,7 kg). Es crucial que las cisternas se construyan con materiales que puedan soportar el enorme peso del agua. Además de esto, los tanques elevados que están expuestos también se verán afectados por las fuerzas atmosféricas, como las cargas del viento. Algunos de los materiales típicos utilizados para construir cisternas incluyen:

- Duradero y capaz de neutralizar la acidez del agua, invertir en hormigón armado suele ser una buena elección.
- Las juntas con fugas son un problema común con los bloques de hormigón armado.
- La corrosión puede afectar al metal, aunque sea un material duradero.
- La fibra de vidrio enterrada puede experimentar problemas de resistencia y, por esta razón, las áreas sombreadas son óptimas para cualquiera que deba colocarse en la superficie. Es importante tener en cuenta que la radiación ultravioleta puede causar daños con el tiempo.
- Cuando están enterradas, las cisternas de madera a menudo no son una opción ideal, ya que pueden ser bastante difíciles de mantener un sello adecuado y evitar fugas. En general, no se recomienda la madera para las cisternas debido a sus vulnerabilidades cuando se trata de almacenamiento de agua.

2.1.8.4. Inspección

Los componentes y accesorios de los tanques deben someterse a inspecciones periódicas para garantizar su longevidad. Puede ser necesario reemplazar o reparar la unidad completa,

así como sus componentes y accesorios individuales. Principalmente, el enfoque debe estar en la identificación de fugas durante las inspecciones de la cisterna para evitar el desperdicio de agua y la contaminación externa que ingresa al tanque. Además, los elementos siguientes requieren un control exhaustivo:

Inspeccione el sistema de recolección del techo para evitar que las partículas y los escombros contaminen sus canaletas y bajantes. El agua de lluvia acumula una variedad de sustancias no deseadas, como polvo, hollín, excrementos de pájaros y hojas, que pueden introducir organismos desagradables, colores desagradables y olores indeseables en el agua. Para garantizar un proceso de recolección limpio, esté atento a las ramas caídas que puedan obstruir el sistema. Además, inspeccione regularmente sus desagües y asegúrese de que no haya fugas ni obstrucciones para una funcionalidad óptima.

Para asegurarse de que no haya erosión, es importante inspeccionar la tubería de desagüe/desbordamiento. También es fundamental no interconectar los drenajes de los tanques con aguas residuales o líneas de alcantarillado debido a la posible contaminación por reflujos. Se debe tener en cuenta cualquier canalón adicional, empalme, desviador de agua de lluvia o manguera de desvío.

2.1.8.5. Ubicación

Las cisternas se pueden encontrar en varios lugares, incluso bajo tierra, sobre el suelo en una plataforma o en interiores. Es importante elegir una ubicación segura y eficiente para su cisterna.

- Para evitar la contaminación, las cisternas deben colocarse lejos de alcantarillas y otros posibles peligros. También deben colocarse lo más lejos posible de los árboles, ya que las raíces pueden atravesar sus paredes. Lo mejor es colocarlos en una pendiente para favorecer el drenaje del agua superficial. Además, deben ubicarse muy cerca de su

sistema de recolección y garantizar que la base sea estable para evitar grietas. Finalmente, es importante colocar la cisterna lejos de cualquier fuente de calor.

- Los tanques de almacenamiento de agua, conocidos como cisternas, deben someterse a una inspección y mantenimiento periódicos, especialmente si se utilizan para el suministro de agua potable.

2.2.1 Calidad de agua potable para el consumo humano

Se debe entender que el agua potable es una molécula formada por tres átomos los cuales son 2 de hidrógenos y 1 de oxígeno; las misma que por medio del alcance polar permiten formar un puente de hidrogeno con moléculas adyacentes; por ende, esta situación crea una masa como propiedad de punto de fusión, la cual es maleable a razón de un alto calor cambios térmicos provistas del ambiente.

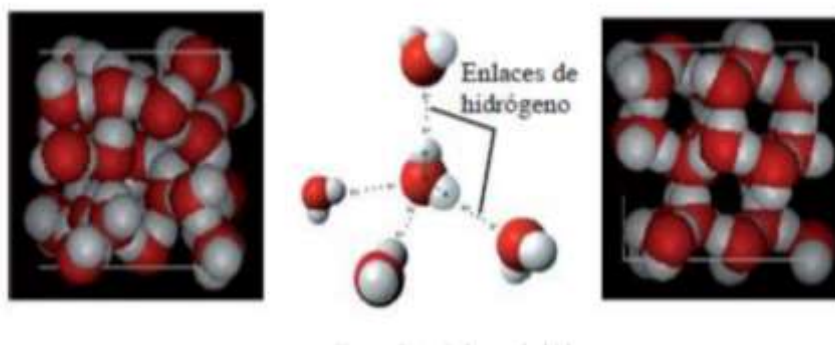
Por ello, de acuerdo con Fernández (2020), “el alto valor de su calor de vaporización permite eliminar el calor preservado, otra propiedad importante es la capacidad como disolvente de las sustancias polares” (p. 22). Por lo cual, se debe tener en cuenta que el ser humano no puede existir sin la presencia de agua, ya que esta es vital para su alimentación e hidratación; en una comparación significativa se puede decir que el cuerpo puede meter la mitad de grasa corporal y las proteínas, pero tiene una mayor afectación si el cuerpo pierde 1 y 2% del agua a su termorregulación.

2.2.2. Estructura química del agua

En cuanto a la estructura, como se mencionó anteriormente el agua es una molécula simple con dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, la cual forma un ángulo de 104, 45°; por ello, por medio de los electrones se unen estos dos átomos, que a diferencia del oxígeno son dos partes de electrones que no se enlazan y convergen en cuatro pares que rodean al átomo del oxígeno de forma constante.

Por ello, esta combinación molecular de manera líquida tiene particularidades con su modelo universal tetraédrica y fija su estructura sólida por ser polimórficas; la cual se coordina por medio de cuatro enlaces por medio del hidrogeno al ubicarse en los vértices que convergen el tetraedro. Este átomo de oxígeno se presenta como doble receptor al convertir el agua a diferentes densidades por medio de cargas negativas cerca del oxígeno y una carga parcial positiva cerca del hidrógeno.

Figura 6 Estructura química del agua



Fuente: (Aquaprof, 2023)

2.2.3 Purificación del agua

En este sentido puede ser una deposición de tratamiento químicos o físicos para combatir los coloides, aspectos de bacteria o biológicos; por ende, se puede aplicar diferentes tratamientos de aplicaciones.

2.2.3.1 Purificación física

En cuanto a esta purificación el agua es tratada por medio de un instrumento que quita los aspectos sólidos; los cual, esta técnica consiste en tener un tanque y filtrar por medio de un regulador que expulse las impurezas del agua.

Pantallas: es el inicio del proceso de purificación, ya que las pantallas retienen las partículas que forman las impurezas.

Filtración de la arena: es la manera más frecuente que se usa para filtrar el agua, donde se quita los sólidos por medio de capas múltiples de arena, las cuales tienen diferentes tamaños y densidad; por ello, cuando el agua pasa por el filtro los sólidos se suspenden al precipitarse en la arena, ya que los residuos quedan en estos niveles. Por ello, este tipo de filtración atraviesa la arena a menudo como un ámbito secundario.

Filtración de flujo cruzado: esta ayuda a quitar las sales o residuos orgánicos por medio de una membrana permeable que impide la contaminación del agua y está centrada en el flujo constante hacia este sistema.

2.2.3.2 Purificación química

En este tipo de purificación se presenta el cloro y el yodo como los dos más comunes ya que combate directamente al *gyardia lamblia*, por ello se debe aplicar de manera moderada ya sea el yodo o cloro en los pozos, tanques o estructuras que se depositen en el agua. Estos dos métodos son preponderantes en la protección del ser humano.

Métodos de cloro: el cloro como tal, se presenta en líquido, blanqueador o lejía; las mismas que son frecuentes en las casas y sus particularidades deben contenerse en las etiquetas como sus porcentajes con relación a la cantidad de metros cúbicos del agua.

Tintura de Yodo: en cuanto al yodo tiene relación directa al método medicinal para desinfectar partes el agua o heridas, en este método se debe dejar reposar por un tiempo estimado el agua dependiendo de los litros que contenga.

2.2.3.3 Purificación bacteriológica

Para reducir la cantidad de compuestos orgánicos disueltos presentes, el agua debe someterse a una purificación bacteriológica. Las bacterias, actuando como microorganismos, son las encargadas de descomponer estos compuestos en el proceso. El tratamiento

bacteriológico se puede dividir en dos categorías: tratamiento aeróbico y anaeróbico. En condiciones libres de oxígeno, los sistemas anaeróbicos funcionan mientras que, por el contrario, el agua se airea en los sistemas aeróbicos. Así, la carga orgánica viene definida por la demanda biológica de oxígeno (DBO), que fluctúa según la presencia o no de oxígeno.

2.2.3.4 Métodos modernos de purificación

Por Luz Ultravioleta: este es un método que se lo realiza por medio de dicha luz ultravioleta o rayos UV, la cual permite tener un 99.9% de eliminación de algunos patógenos; por ende, es indispensable que para alcanzar este estándar el agua tenga un proceso previo donde quite la turbiedad de esta.

Por Intercambio Iónico: este proceso trata de remplazar por iones que desprenden resina por iones impuros, los cuales deben cambiarse habitualmente para restaurar la pureza del agua; cabe recalcar que los iones positivos son llamados cationes y los negativos son aniones y no son generalmente metálicos.

Por Ozono: este método posee un efecto de actuar como bactericida, por ello se lo puede usar para tratar el agua; lo cual se lo realiza por medio de una degradación que elimina gradualmente minerales no deseados.

Por Plasma: Mediante una descarga cuidadosamente controlada de plasma no térmico, se ha desarrollado un sistema de bajo consumo y muy eficaz en cuanto a su eficiencia. Este sistema es capaz de desinfectar más de 10.000 litros de agua por día si se opera sin parar, a un costo de tan solo 0,05 centavos de dólar por litro. También es altamente rentable, con un precio total de US\$200, y ya ha mostrado un éxito notable en la reducción de casos de enfermedades transmitidas por el agua en áreas donde el agua contaminada era una preocupación anteriormente. En solo cinco minutos este sistema puede purificar 35 litros de agua consumiendo apenas 100 watts de electricidad.

2.2.4 Diferentes efectos del cloro

El agua con cloro es una norma en los sistemas de abastecimiento potable a nivel mundial, no deja de ser relevante. Los cambios que ocurren cuando entran en contacto con el cloro y el H₂O, además de esclarecer la importancia de estos elementos para elegir una alternativa apropiada de filtración en el consumo constante de agua dentro de las viviendas, a continuación, se muestran los efectos del cloro.

2.2.4.1. Los efectos

El agua del grifo en Chile pasa por un proceso de potabilización que consta de 238 variedades vegetales que eliminan las partículas sólidas e introducen cloro en el agua cruda para desinfectarla para el consumo humano seguro. Para crear ácido hipocloroso (HClO), el ácido de óxido de cloro reacciona con H₂O, y esta forma activa de cloro destruye las bacterias y los microorganismos que habitan en el agua cruda al inhabilitar sus enzimas y romper sus paredes celulares.

Después de someterse a la cloración, el agua se considera potable y puede seguir siéndolo si sus niveles de cloro residual se mantienen por encima de un umbral específico, de acuerdo con la norma chilena NCh 409. La concentración de cloro libre en el agua potable debe estar dentro de un rango de 0,2 - 2,0 mg/l . A pesar de que las capacidades desinfectantes del ácido hipocloroso disminuyen después de someterse a la cloración, persiste una pequeña cantidad de cloro en toda el agua del grifo.

2.2.5. Consecuencias

Algunas de estas condiciones pueden causar un agravamiento en los síntomas del asma, especialmente cuando se nada en piscinas con cloro o se toman duchas con agua sin un sistema de filtración.

Se ha descubierto que los contaminantes del agua conocidos como trihalometanos representan un riesgo de cáncer de vejiga. Según los informes, la exposición a estos subproductos es responsable del 5% de todos los casos de esta enfermedad en la Unión Europea. Además, la presencia de clorofenoles en el agua se ha asociado con una variedad de condiciones adversas para la salud, incluidas alergias alimentarias, dolencias estomacales, vómitos y diarrea.

2.2.6. Enfermedades

Diarrea: Los niños que experimentan esta afección repetidamente pueden ser más susceptibles a la desnutrición y otras enfermedades, ya que provoca la pérdida de líquidos y electrolitos que puede provocar deshidratación y resultados potencialmente fatales para el paciente.

Disentería: Los niños se ven afectados principalmente por una enfermedad que causa diarrea en los pacientes y es causada por una bacteria. Aunque rara vez ocurre en adultos, esta enfermedad sigue siendo motivo de preocupación.

Cólera: Causando múltiples episodios de diarrea y vómitos extremos, la infección bacteriana aguda impregna el intestino y puede inducir consecuencias letales de deshidratación.

Esquistosomiasis: Entre el hígado, los intestinos, los pulmones y la vejiga, numerosos órganos sufren daños debido a infecciones que se producen como resultado de la penetración de parásitos en la piel tras la exposición a fuentes de agua sucia durante el baño o el lavado.

Tracoma: Los niños son muy susceptibles a una infección ocular como resultado de prácticas sucias derivadas de agua insuficiente o entorno desfavorable.

Fiebre tifoidea: Entre otros síntomas, los pacientes diagnosticados con una infección provocada por la ingestión de agua contaminada sufren náuseas, pérdida de apetito y dolor de cabeza. Esta infección bacteriana es lo que causa el malestar.

2.2.6.1. Otras enfermedades derivadas del agua contaminada

“A todas las anomalías que se han expuesto en el apartado anterior, podemos añadir otras que se derivan del consumo de agua contaminada. Por ende, se nombran a continuación: anemia, anquilostomiasis, arsenicosis, ascariasis, botulismo, dengue, criptosporidiosis, campilobacteriosis, toxinas cianobacteriales, encefalitis japonesa, dracunculiasis, fluorosis, giardiasis, hepatitis, polio, entre otra.” (Guerrero,2017).

2.2.7. El derecho

Por ende, Achta cuenta que “se enferman con frecuencia. “El agua que beben proviene de un pantano sucio en donde recoge para llevar a casa cada mañana y cada tarde. No tienen otra opción; tampoco tiene posibilidad de llevarlos a un hospital cuando se enferman. Sus recursos son escasos y sólo le queda la esperanza de pedirle a Dios que les dé salud a todos en su vivienda y se recuperen pronto, como ella cuenta en su entrevista” (García, 2017).

2.2.8. Agua para consumo humano

“El agua para consumo humano utilizada para beber, preparar y cocinar alimentos u otros usos domésticos, independiente de su origen y suministro, con características físicas, químicas y microbiológicas que garanticen su inocuidad y aceptabilidad” (Tomalá, 2017).

Límite Permitido: ”el límite permitido del agua para consumo humano es el valor de un requisito fijado dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento, que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud humana”(Armijos, 2018).

Tabla 1 Requisitos

Parámetro	Unidad	Límite permitido	Método de ensayo^c
Arsénico	mg/L	0,001	Standard Methods 3114
Cadmio	mg/L	0,003	Standard Methods 3113
Cloro libre residual	mg/L	0,3 a 1,5	Standard Methods 4500-Cl ⁻
Cobre	mg/L	2,0	Standard Methods 3111
Color aparente	Pt-Co	15	Standard Methods 2120
Cromo (cromo total)	mg/L	0,05	Standard Methods 3113
Fluoruro	mg/L	1,5	Standard Methods 4500-F ⁻
Mercurio	mg/L	0,006	Standard Methods 3112
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	50,0	Standard Methods 4500-NO ₃ ⁻
Nitritos (como NO ₂ ⁻)	mg/L	3,0	Standard Methods 4500- NO ₂ ⁻
Plomo	mg/L	0,01	Standard Methods 3113
Turbiedad *	NTU	5	Standard Methods 2130

Nota: Investigación de campo

Tabla 2 El agua y requisitos

Parámetro	Unidad	Límite permitido	Método de ensayo^c
Coliformes fecales	Número/100 Ml	Ausencia	Standard Methods 9221 ^b Standard Methods 9222 ^c
Cryptosporidium	Número de ooquistes/L	Ausencia	EPA 1623
Giardia	Número de quistes/L	Ausencia	EPA 1623

Nota: Investigación de campo

2.3 Marco Legal

2.3.1. Norma INEN 1108

“Norma técnica ecuatoriana que establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano, se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.”

2.3.2. Referencias normativas

“Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición incluyendo cualquier enmienda”.

“ISO 5667-5, Water quality —Sampling —Part 5: Guidance on sampling of drinking water from treatment works and piped distribution systems.”

“NTE INEN-ISO 5667-1, Calidad del agua— Muestreo —Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo y técnicas de muestreo.”

“NTE INEN-ISO 5667-3, Calidad del agua— Muestreo— Parte 3: Conservación y manipulación de las muestras de agua”

“NTE INEN-ISO 19458, Calidad del agua— Muestreo para el análisis microbiológico”

“NTE INEN 52, Reglas para redondear números”

“EPA 1623, Cryptosporidium and Giardia in Water by Filtration/IMS/FA”

“Standard Methods 2120, Color”

“Standard Methods 2130, Turbidity”

“Standard Methods 3111, Metals by flame atomic absorption spectrometry”

“Standard Methods 3112, Metals by cold-vapor atomic absorption spectrometry”

“Standard Methods 3113, Metals by electrothermal atomic absorption spectrometry”

“Standard Methods 3114, Arsenic and selenium by hydride generation/atomic absorption spectrometry”

“Standard Methods 4500-Cl⁻, Chloride”

“Standard Methods 4500-F⁻, Fluoride”

“Standard Methods 4500-NO₂⁻, Nitrogen (Nitrite)”

“Standard Methods 4500-NO₃⁻, Nitrogen (Nitrate)”

“Standard Methods 9221, Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group”

“Standard Methods 9222, Membrane filter technique for members of the coliform group”

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Área de investigación

La actual investigación se la realiza en una hacienda ubicada en la Provincia del Guayas, al sur oeste de la ciudad de Guayaquil en el km 22 vía la costa; ya que, en ella se presenta el inconveniente sobre al consumo de agua, para poder ser tratada por medios de filtros que ayuden a potabilizarla y que sea bebible dentro del perímetro de 1000 metros cuadrados que conforman dicha hacienda.

3.2 Enfoque de la investigación

En cuanto al enfoque, se presenta un análisis mixto, ya que al inicio se presenta aspectos cualitativos derivados de una representación teóricas de las variables expuestas durante el proceso investigativo; lo que para Pérez (2019) “es un planteamiento subjetivo del conocimiento, pretende una comprensión del fenómeno social, confiriendo importancia y valor científico a lo personal” (p. 461); a la cual se suma la interpretación de lo mencionado en una entrevista realizada al representante de la Hacienda ubicada en el km 22 vía la costa.

Se desea conseguir la viabilidad de un sistema de filtración para mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano en una hacienda de vía a la costa, se necesita también un enfoque cuantitativo; el cual para Renzo (2020), “Los análisis cuantitativos generalmente se centra en una determinada población, la cual está conformada por individuos que pueden identificarse en grupos, organizaciones y naciones” (p. 52). Por ende, se aplicó este método para el análisis del agua que se obtiene desde una cisterna que distribuye el agua en una hacienda de 1000 m², mediante un sistema de filtración de osmosis inversa con 5 etapas y de esta manera obtener agua purificada, lista para todos los habitantes que conforman dicha hacienda.

3.3. Tipos de investigación para la recolección de información

Se inicia por medio de una investigación exploratoria; ya que, aporta al objetivo sobre determinar la situación que enfrenta la hacienda y su posible solución por medio de un sistema de filtración para mejorar la calidad de agua potable. Además, para Odón (2018), “debido al escaso conocimiento que se posee sobre el objeto de estudio, no se plantean hipótesis de forma explícita, es decir se trabaja solo con objetivos”. Por ende, este análisis inicial conlleva aplicar la herramienta de la encuesta y entrevista para entender los sucesos que atraviesa la hacienda por la falta de un correcto sistema de filtración en el área comunitaria y hogar.

Para complementar la exploración inicial se ampliará el conocimiento del sitio con una Investigación de Campo, observando todos los elementos de la problemática de forma presencial, en este caso la hacienda. Por lo cual, para Moreno (2019), *“es la que reúne la información necesaria recurriendo fundamentalmente al contacto directo con los hechos y fenómenos que se encuentran en estudio”* (p. 42). En la actual investigación, se visitó la hacienda ubicada en el km 22 vía la costa, específicamente en la comuna casas viejas, pero con una buena infraestructura y no cuenta con ciertos servicios básicos como agua potable con alcantarillado y para distribuir el agua en toda la hacienda se enciende una bomba periférica de 550w.

Se integra en el proyecto también la Investigación Descriptiva, ya que esta se encargó de ordenar todo el proceso de análisis de un sistema de filtración para mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano. Por ello, para Alderón (2020), *“es la etapa preparatoria del trabajo científico que permite ordenar el resultado de las observaciones de las conductas, las características, los factores, los procedimientos y otras variables de fenómenos y hechos”*; en cuanto al análisis actual, la descripción se centra en aspectos importantes como el estudio y diseño de la red, velocidad inicial presión de la bomba, distribución del agua en toda la

hacienda, análisis de agua, resultados de análisis de agua y al final implementar la propuesta del filtro de osmosis inversa.

3.4 Población y muestra

Se procede a tomar el concepto estadístico de Navarro (2019) “es la recopilación de la participación de todos los individuos que intervienen en el proceso de indagación sobre los temas investigados”. Por lo cual, se define un estudio no probabilista para determinar la población de la hacienda, ya que, el número de personas involucradas en la investigación es menor a 100; por este motivo se establece una encuesta al representante de la hacienda, el personal administrativo y los jornaleros que trabajan para el desarrollo integral de la hacienda; por lo cual se establece el siguiente cuadro.

Tabla 3 Población y muestra

No. -	Datos	Cantidad	Porcentajes
1	Representante	1	2.70%
2	Administrativos	4	16.21%
3	trabajadores	9	81.08%
	TOTAL	14	100%

Nota: Estructura de la población y muestra

3.5 Análisis de la recolección de información

1.- ¿Considera usted beneficioso implementar un sistema de filtración para mejorar la calidad de agua potable en la hacienda ubicada vía a la costa?

Tabla 4 Implementar un sistema de filtración

Código	Categoría	Frecuencia	Porcentajes
No.1	Totalmente de acuerdo	10	71%
	De acuerdo	3	21%
	Indiferente	1	7%
	Desacuerdo	0	0%
	Totalmente en desacuerdo	0	0%
Totales		14	100%

Nota: Tabla comunitaria de la hacienda

Gráfico 1 implementar un sistema de filtración



Nota: Círculo comunitario

Análisis

“Se obtuvo una respuesta de muy de acuerdo el 71%, de acuerdo el 21% y de indiferente tan solo el 7%. Por este motivo, se debe de reforzar el actual manejo administrativo de la hacienda por medio de un sistema de filtración para mejorar la calidad de agua potable.”

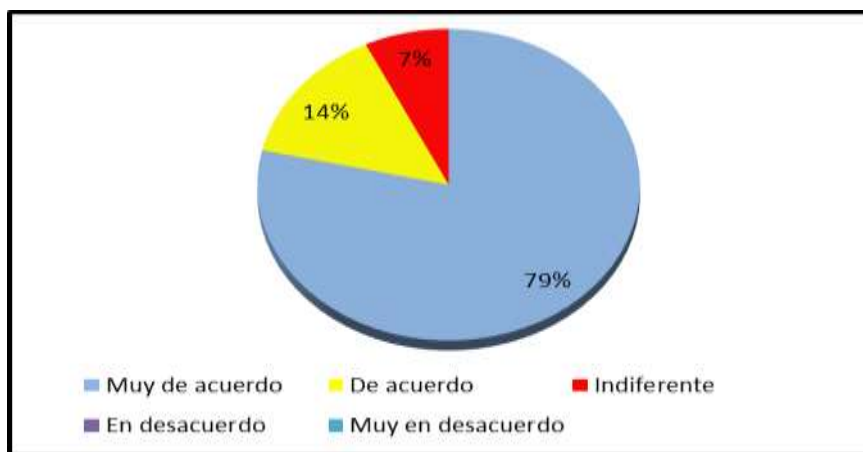
2.- ¿Considera usted que un nuevo sistema de filtración ayudará a mejorar la calidad del agua potable y el desarrollo de la hacienda?

Tabla 5 mejorar la calidad del agua

Código	Categoría	Frecuencia	Porcentajes
No.2	Totalmente de acuerdo	11	79%
	De acuerdo	2	14%
	Indiferente	1	7%
	Desacuerdo	0	0%
	Totalmente en desacuerdo	0	0%
	Totales	14	100%

Nota: Tabla comunitaria de la hacienda

Gráfico 2 mejorar la calidad del agua



Nota: Círculo comunitario

Análisis

“En el gráfico anterior se muestra que un 79% y el 14% de los encuestados están muy de acuerdo y de acuerdo correspondientemente, por lo cual la implementación de la idea de esta investigación sobre un nuevo sistema de filtración ayudará a mejorar la calidad del agua potable y el desarrollo de la hacienda.”

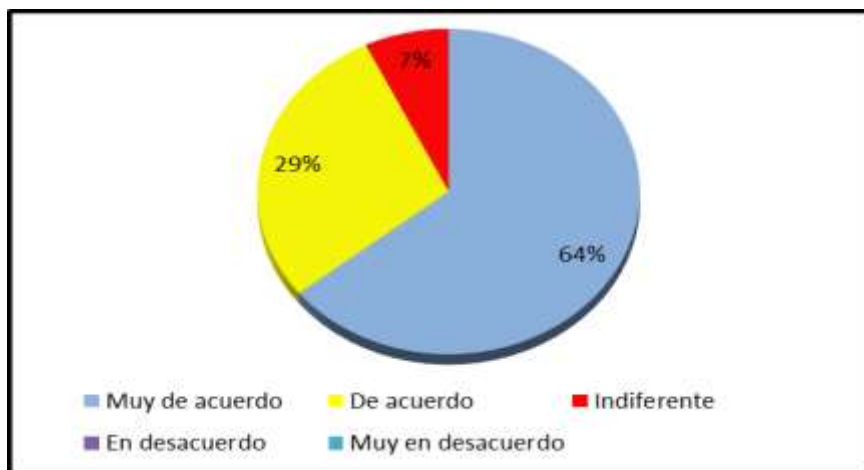
3.- ¿Considera usted importante controlar el nivel de pH y de minerales que debe tener el flujo de agua dentro del perímetro de 1000 metros cuadrados?

Tabla 6 nivel de pH y de minerales

Código	Categoría	Frecuencia	Porcentajes
No.3	Totalmente de acuerdo	9	64%
	De acuerdo	4	29%
	Indiferente	1	7%
	Desacuerdo	0	0%
	Totalmente en desacuerdo	0	0%
	Totales	14	100%

Nota: Tabla comunitaria de la hacienda

Gráfico 3 nivel de pH y de minerales



Nota: Círculo comunitario de la hacienda

Análisis

Antes de encuestar la pregunta 4 realizamos una breve explicación sobre el Ph y minerales que contiene el agua. Se establece en la encuesta que el 64% de los encuestados está muy de acuerdo, el cual, se acompaña con el 29% de acuerdo; por ende, atender esta particularidad es indispensable para controlar el nivel de pH y de minerales que debe tener el flujo de agua dentro del perímetro de 1000 metros cuadrados.

4.- ¿Considera usted que un sistema de filtro de osmosis inversa en la sección cisterna/tanque elevado constituirá una mejora significativa para la hacienda ubicada vía a la costa?

Tabla 7 sistema de filtro de osmosis inversa

Código	Categoría	Frecuencia	Porcentajes
No.4	Totalmente de acuerdo	11	79%
	De acuerdo	2	14%
	Indiferente	1	7%
	Desacuerdo	0	0%
	Totalmente en desacuerdo	0	0%
Totales		14	100%

Nota: Tabla comunitaria de la hacienda

Gráfico 4 sistema de filtro de osmosis inversa



Nota: Círculo comunitario de la hacienda

Análisis

Para la pregunta número 4 se realizó una explicación sobre en qué consiste un filtro de ósmosis inversa. Se observa que el 79% de los encuestados y el 14% de ellos, están muy de acuerdo con la idea sobre que, un sistema de filtro de ósmosis inversa ubicado en la sección cisterna/tanque elevado ayudará a obtener una mejora significativa para la hacienda ubicada vía a la costa, por otorgar una mejor calidad de agua y/o consumo humano.

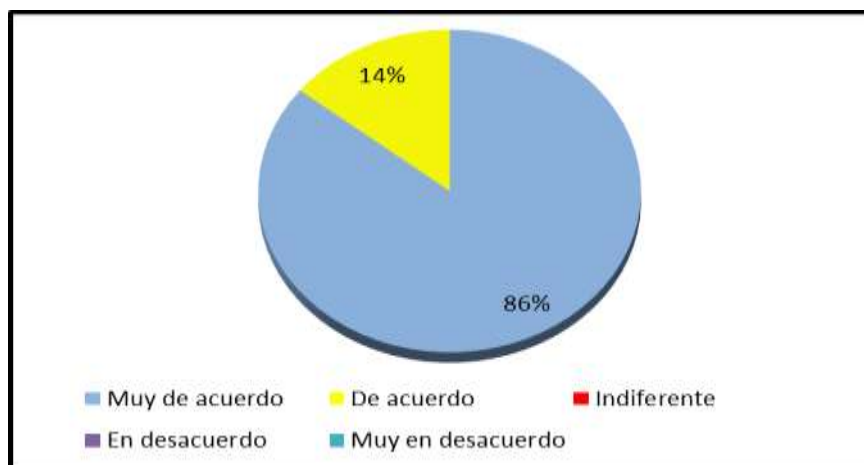
5.- ¿Considera usted que la propuesta de un sistema de filtración podrá mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano en una hacienda de vía a la costa?

Tabla 8 mejorar la calidad

Código	Categoría	Frecuencia	Porcentajes
No.5	Totalmente de acuerdo	12	86%
	De acuerdo	2	14%
	Indiferente	0	0%
	Desacuerdo	0	0%
	Totalmente en desacuerdo	0	0%
	Totales		14

Nota: Tabla comunitaria de la hacienda

Gráfico 5 mejorar la calidad de agua



Nota: Círculo comunitario de la hacienda

Análisis

Se obtuvo una postura positiva con el 86% y el 14% de estar de acuerdo, lo que da en su totalidad el apoyo de los encuestados sobre que la actual la propuesta de implementar un sistema de filtración podrá mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano en una hacienda de vía a la costa.

CAPITULO IV

PROPUESTA

4.1. Levantamiento de la información

Primer impacto: Se pudo observar que es una finca con terreno irregular, pero con una buena infraestructura, aunque no cuenta con ciertos servicios básicos como agua potable y alcantarillado; por lo cual, los habitantes de la hacienda realizaron una cisterna para el almacenamiento del agua donde pagan a un tanquero para llenar dicha cisterna. Además, para distribuir el agua en toda la hacienda se debe encender una bomba periférica de 550w donde el agua pasa con presión por medio de una tubería que termina en un tanque elevado a 4.79 metros de altura, este tanque almacena 500 litros y con un peso de 565kg lleno, el cual distribuye a todos los puntos de llaves donde el agua fluye en toda la hacienda. Estos puntos de agua están separados y unos van directamente a todas las llaves dentro de la casa, otros a las plantaciones y animales dentro su cobertura de 1000 m².

Segundo impacto: En la segunda visita de campo en la hacienda, se observa que el tanque elevado lleno, se vacía cada dos días dependiendo su uso, y la bomba se enciende cada dos días demorando en llenar el tanque 20 minutos aproximadamente, con una tubería de 1 pulgada.

Tercer impacto: Se pudo observar que el agua de la cisterna la utilizan en todos los aspectos de la casa, incluso cuando se acaban los botellones de agua purificada los trabajadores beben agua desde la llave directamente, esto ha presentado síntomas médicos que pueden relacionarse con aspectos como: el dolor estomacal y diarrea. El agua también la utilizan para hidratar a los animales y por su exceso de cloro han sufrido un descenso en los pollos principalmente.

Además, los habitantes de la hacienda indicaron que limpian la cisterna cada 8 meses aproximadamente y siempre que la ven con excesos de suciedad, pero ellos no saben medir el pH del agua, tampoco ponen correctamente el cloro y eso les puede causar daños a la salud. Al

final, cabe recalcar que la cisterna construida por lo habitantes tiene 2.40 metros de profundidad, 2.24 metros de ancho y 2.27 metros de longitud donde almacenan aproximadamente 3223 galones (12200L) para el consumo general de la hacienda.

4.2. Diseño de la red del filtro

Para el diseño de la red del filtro de agua por ósmosis inversa, se debe contemplar varios factores que afectan a la productividad de este sistema, por lo cual, se dividió en secciones pre y post tratamiento. En este sentido, el sistema de membranas cuenta primero con una línea de entrada de alimentación y debe posteriormente establecerse dos líneas de salida para el rechazo y el flujo de permeado.

Por consiguiente, se referencia que para tratar el agua se contempla los parámetros como temperatura, presión de alimentación y la recuperación, porque esto tiene como objetivo que el flujo sea estable y se optimice la calidad del agua. Además, este sistema es apropiado porque crea una mayor presión en la línea donde se deja de lado las impurezas y salinidad del agua; por ende, así se utilice una bomba de presión la afectación de la misma no será significativa al tener la línea de rechazo al menos que la presión exceda a las especificaciones del fabricante de mencionado filtro.

4.2.1 Calculo del caudal y presión

“Para realizar la instalación del filtro osmosis inversa se necesita el estudio del caudal y presión del agua esto ayudara a obtener un óptimo rendimiento del filtro y de esta forma no tener problemas con el ingreso del agua directamente al filtro”; por eso, este pequeño cálculo ayudara conociendo si es necesario y conveniente instalar el filtro de osmosis inversa en la sección cisterna/tanque elevado.

Tabla 9 Datos de la altura y caudal de la bomba.

Datos de la altura y caudal de la bomba

<i>H(M)</i>	<i>Q(l/min)</i>
40	40
26	X
38	40

Nota: investigación de campo

Tabla 10 Datos de la red de filtro

Red del filtro		
Ítem	Descripción	Fórmula

Figura 5 Cálculo del caudal y presión



De acuerdo con la hoja técnica de la BOMBA PERIFERICA PKm60-MD NEW_0.5HP 110V 60HZ 1X1, se determina el caudal (Q) para la altura de 29 m, pero no se tiene el valor del caudal para la altura del presente caso de 26m, por lo tanto, hay que realizar una interpolación.

$$\frac{Q - 40}{26 - 40} = \frac{40 - 40}{26 - 38}$$

$$Q = \frac{(40 - 29) * (40 - 40)}{(40 - 38) + 40}$$

$$Q = \frac{11 - 0}{2} + 40$$

$$Q = \frac{11}{2} + 40$$

$$Q = 5.5 + 40$$

$$Q = 45.5 \frac{L}{min}$$

$$= 0.000758333 m^3/s$$

Figura 6 Velocidad Inicial



“Una vez que se obtuvo el caudal de la bomba y conociendo el área de la tubería que es un diámetro de 1” vamos a encontrar la velocidad en la que corre el agua hasta llegar a el tanque elevado.

POTENCIA;0.5HP: 550W

$$P = P * Q$$

$$P = \frac{Pt}{Q} \dots$$

$$P = \frac{550 \frac{n * m}{s}}{0.000758333 m^3/s} \dots$$

$$P1 = \frac{725277.91N}{m^2}$$

$$= 725277.91 pascal$$

$$P1 = 105,19PSI$$

$$PSI A BAR = 7,2525BAR$$

Figura 7 Presión de la bomba



“Mediante la fórmula de la potencia hidráulica podemos obtener la presión de la bomba” desde que se enciende, es decir la presión inicial, esto ayudará para tener constancia en que presión llega el agua hasta el tanque elevado y si es conveniente poner el filtro de ósmosis inversa dentro de ese tramo (cisterna/tanque) o si descartamos la idea de un filtro en esa etapa.

POTENCIA;0.5HP: 550W

$$P = P * Q$$

$$P = \frac{Pt}{Q} \dots$$

$$P = \frac{550 \frac{n * m}{s}}{0.000758333m^3/s} \dots$$

$$P1 = \frac{725277.91N}{m^2}$$

$$= 725277.91pascal$$

$$P1 = 105,19PSI$$

$$PSI A BAR = 7,2525BAR$$

Ya calculada la presión inicial podemos constatar que la presión supera lo que pide el fabricante del filtro en cuanto a medidas BAR donde el filtro de ósmosis inversa solo soporta 3kg/m² que es igual a 2.90 BAR y la presión inicial de la bomba es de 7.25 BAR.

Nota: investigación de campo

4.3 Distribución actual del agua

Mediante tuberías de 1” el agua que por caída libre se distribuye en toda la hacienda desde el tanque elevado, este tanque tiene 500L con una altura de 4,79 metros de altura, según la normativa complementaria para el diseño y ejecución de obras e instalaciones hidráulicas nos indica que el tanque que distribuye el agua debe ser acorde a el número de habitantes por cada 150 l/día cada uno, entonces el tanque de 500l no abastece a todos los habitantes y dependiendo las horas que pasan en casa aproximadamente cada 2 días se prende la bomba para jalar agua desde la cisterna, esta cisterna según las medidas almacena 12200 litros pero hay que a esa medida descontarle en la longitud, el ancho y profundidad hasta 20 cm por lado. Esto significa

que con el siguiente calculo sabemos cuánto almacena exactamente la cisterna al ser llenada por el tanquero.

Tabla 11 Dotación de agua potable

DOTACIÓN DE AGUA POTABLE	
POBLACIÓN DE PROYECTO (HABITANTES)	DOTACIÓN (LITROS/HABITANTE/DIA)
DE 7500 A 15000	100
DE 15000 A 30000	125
DE 30000 A 70000	150
DE 70000 A 150000	200
MAS DE 150000	250

Nota: normas técnicas

En esta tabla se puede observar que según la normativa complementaria basándonos a un parámetro más adecuado dentro de la construcción de la vivienda se escogerá 150 litros por habitante al día para un mejor balance según la norma.

Tabla 12 Convertir Litros a Galones

1 Litros = 0.2642 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	10 Litros = 2.6417 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	2500 Litros = 660.43 Galones (los E.E.U.U. - líquido)
2 Litros = 0.5283 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	20 Litros = 5.2834 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	5000 Litros = 1320.86 Galones (los E.E.U.U. - líquido)
3 Litros = 0.7925 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	30 Litros = 7.9252 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	10000 Litros = 2641.72 Galones (los E.E.U.U. - líquido)
4 Litros = 1.0567 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	40 Litros = 10.5669 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	25000 Litros = 6604.31 Galones (los E.E.U.U. - líquido)
5 Litros = 1.3209 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	50 Litros = 13.2086 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	50000 Litros = 13208.61 Galones (los E.E.U.U. - líquido)
6 Litros = 1.585 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	100 Litros = 26.4172 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	100000 Litros = 26417.22 Galones (los E.E.U.U. - líquido)
7 Litros = 1.8492 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	250 Litros = 66.0431 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	250000 Litros = 66043.05 Galones (los E.E.U.U. - líquido)
8 Litros = 2.1134 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	500 Litros = 132.09 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	500000 Litros = 132086.1 Galones (los E.E.U.U. - líquido)
9 Litros = 2.3775 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	1000 Litros = 264.17 Galones (los E.E.U.U. - líquido)	1000000 Litros = 264172.2 Galones (los E.E.U.U. - líquido)

Nota: investigación de campo

Mediante esta tabla podemos saber cuántos litros tiene un galón, sabemos que un metro cúbico tiene 1000 litros y 1000 litros tiene 264.17 galones; entonces, las medidas de la cisterna son 2.40 metros de profundidad por 2.24 metros de ancho y 2.27 metros de longitud. Estas medidas deben ser descontadas por el concreto base y muros que lleva:

- **Profundidad = 2.40mt**
- **Ancho: 2.24 mt**
- **Longitud: 2.27**
- **Profundidad total: 2.40metros – 10cm concreto – 30 cm espacio agua = 2.00metros**
- **Ancho total: 2.24mt – 20cm de concreto = 2.04metros**
- **Longitud total: 2.27 – 20cm de concreto = 2.07metros**
- **Metros cúbicos = 2.04 × 2.07 × 2.00 = 8,455,600m³**

$$\frac{8,455,600\text{m}^3}{1000\text{littos}} = 8,455.6 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}$$

$$8,455.6 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3} \times \frac{264.17\text{galones}}{1000 \text{ litros}} = 2231\text{galones}$$

Respuesta: La cisterna reserva 2331 galones de agua totales.

Ahora vamos a saber si esta cisterna cumple con la norma complementaria y si fue construida para los fines que se han expuesto en este proyecto técnico como el consumo de agua para los habitantes y animales de la hacienda. Por ello, para este cálculo se contará los números de usuarios que habitan en la hacienda por la cantidad de litros por consumo de habitante al día dejando una reserva de un día:

$$\text{número de habitante} = 8$$

$$\text{litros por habitante} = 150 \frac{\text{l}}{\text{dia}}$$

$$\text{total} = 150 \frac{\text{l}}{\text{dia}} \times 8 \text{ hab} = \frac{1200 \frac{\text{l}}{\text{dia}}}{\text{hab}}$$

Más 3 días de reserva según la normativa complementaria nos da 3600 litros(951galones).

Entonces, la cisterna abastece perfectamente a los habitantes y animales de la hacienda y el filtro de osmosis inversa puede funcionar en óptimas condiciones ya que el filtro de osmosis inversa abastece 100 galones por día o 380 litros x día con 15 litros por cada hora.

4.3.1. Análisis de agua

Al realizar los parámetros del agua de la Norma INEN 1108, se efectuó un análisis cuando la cisterna estaba completamente llena, para ello visitamos la cisterna el día que el tanquero lo llenaba y después de una hora de reposo pudimos coger una muestra como pedía el laboratorio certificado para dicho análisis.

Los pasos que seguimos para recoger la muestra de agua es la siguiente:

- Visitamos la hacienda y realizamos una inspección de la cisterna.
- Empezamos a colocarnos guantes quirúrgicos, gafas transparentes y compramos 4 recipientes para orina completamente sellados más un recipiente plástico de primera necesidad equivalente a 1 galón líquido.
- Mediante una cuerda de 1/8 de pulgada amarrada al cuello de la botella plástica dejamos caer al agua hasta llenarse por completo sin dejar aire dentro.
- Para la muestra del recipiente de orina hicimos el mismo procedimiento con mucho

cuidado y al llenar subimos enseguida para sellar.

Cabe recalcar que se recogió el análisis de agua a las 8:00 am y enseguida se procedió a llevar al laboratorio, estas muestras de agua llegaron al laboratorio 2 horas después por la distancia de la hacienda hasta el laboratorio. Por ende, el laboratorio Lazo Lablazo C.LTDA. recibió las muestras e indico que en 15 días laborales estaban listos los resultados de los parámetros establecidos por la Inen 1108 para el análisis de agua.

Tabla 13 Registros físicos y químicos del agua

Parámetro	Unidad	Límite permitido	Método de ensayo^e
Arsénico	mg/L	0,001	Standard Methods 3114
Cadmio	mg/L	0,003	Standard Methods 3113
Cloro libre residual	mg/L	0,3 a 1,5	Standard Methods 4500-Cl ⁻
Cobre	mg/L	2,0	Standard Methods 3111
Color aparente	Pt-Co	15	Standard Methods 2120
Cromo (cromo total)	mg/L	0,05	Standard Methods 3113
Fluoruro	mg/L	1,5	Standard Methods 4500-F ⁻

Mercurio	mg/L	0,006	Standard Methods 3112
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	50,0	Standard Methods 4500-NO ₃ ⁻
Nitritos (como NO ₂ ⁻)	mg/L	3,0	Standard Methods 4500- NO ₂ ⁻
Plomo	mg/L	0,01	Standard Methods 3113
Turbiedad *	NTU	5	Standard Methods 2130

Nota: investigación de campo

“En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado. Por ello, los resultados obtenidos deben expresarse con el mismo número de cifras significativas de los límites permitidos, aplicando las reglas para redondear números indicadas en NTE INEN 52”.

Tabla 14 Registros microbiológicos del agua

Parámetro	Unidad	Límite permitido	Método de ensayo ^c
Coliformes fecales	Número/100 Ml	Ausencia	Standard Methods 9221 ^b Standard Methods 9222 ^c
Cryptosporidium	Número de ooquistes/L	Ausencia	EPA 1623
Giardia	Número de quistes/L	Ausencia	EPA 1623

Nota: investigación de campo

“En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los mencionados, estos deben ser normalizados. Por ende, en el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado, ya que la ausencia corresponde a <1,1 NMP/100mL”.

Figura 7 Resultados de análisis de agua

Nota: investigación de campo



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo					
Orden N° 0024 - Muestra N° 2023 - 00266					
*1 Datos del Cliente					
Cliente:	SR. RONNY GLEN MERA VINCES				
Dirección:	VIA A LA COSTA KM 22, LOTIZACIÓN LAS TECAS				
Solicitado por: SR. RONNY GLEN MERA VINCES					
Toma de Muestra realizada por: Cliente					
Fecha de Recepción de Muestra:	12/01/2023	Inicio de Ensayo:	12/01/2023	Término de Ensayo:	17/01/2023
Datos de la Muestra					
Tipo: Agua	Temperatura de Recepción de la Muestra: Ambiente				
*1 Identificación de la muestra: Agua Potable de Sistema Llena					
Análisis Microbiológico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Requisitos	Métodos de Referencia	
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	> 23	< 1.1	SM 23 - 9221E	
Giardia Lamblia	# Quistes / 1 Litro	Ausencia	Ausencia	Observación Microscópica	
Cryptosporidium	# Quistes / 1 Litro	Ausencia	Ausencia	Observación Microscópica	
Normativa: Para comparar los resultados obtenidos se utilizan los requisitos de la Norma INEN 1108: 2020, Agua para Consumo Humano.					
Cumplimiento: La muestra ensayada NO CUMPLE el requisito de Recuento de Coliformes Fecales de la norma Indicada.					

Durán, 20 de Enero del 2023

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por RITA SUSANA LAZO LARA
Fecha: 2023.01.20 16:21:05 -05'00'

O.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:
a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información.
El valor de < 1.1 significa ausencia de tubos positivos.
Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió.
Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 3



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 08 - 001.

Informe de Ensayo					
Orden N° 0024 - Muestra N° 2023 - 00268					
*1 Datos del Cliente					
Cliente: SR. RONNY GLEN MERA VINCES					
Dirección: VÍA A LA COSTA KM 22, LOTIZACIÓN LAS TECAS					
Solicitado por: SR. RONNY GLEN MERA VINCES					
Toma de Muestra realizada por: Cliente					
Fecha de Recepción de Muestra: 12/01/2023		Inicio de Ensayo: 13/01/2023		Término de Ensayo: 17/01/2023	
Datos de la Muestra					
Tipo: Agua		Temperatura de Recepción de la Muestra: Ambiente			
*1 Identificación de la muestra: Agua Potable de Sistema Llena					
Análisis Físico - Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultado de U k = 2	Requisitos	Métodos de Referencia
pH	Unidades de pH	7.79	0.19 Unidades de pH	6.5 - 8.0	SM 23 - 4500 H*
Cloro Libre *	mg / L	0.13	17 %	0.3 - 1.5	SM 23 - 4500 Cl G
Nitritos ^(*)	mg / L	< 0.02	---	3.0	SM 23, 4500 B (NO ₂)
Nitratos ^(*)	mg / L	0.19	---	50	SM 23, 4500 B (NO ₃)
Color *	Unidades de color verdadero	2.1	---	15	Spectroquant Nova 60 Método 15
Turbidez *	NTU	4.66	15 %	5	SM 23, 2130 B
Dureza Total (CO ₃ Ca) *	mg / L	38.73	10 %	Sin requisito	SM 23 - 2340 C
Sólidos Totales Disueltos *	mg / L	63.9	12 %	Sin requisito	SM 23 - 2540 C
Normativa: Para comparar los resultados obtenidos se utilizan los requisitos de la Norma INEN 1108: 2020, Agua para Consumo Humano.					
Declaración de Conformidad					
Regla de Decisión: La muestra se acepta como conforme con los requisitos si cumple con lo siguiente:					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Resultado ± Incertidumbre de Medida están dentro del rango del requisito</div>					
De acuerdo a los resultados reportados en el informe, la muestra NO CUMPLE con los requisitos de Cloro Libre y Turbidez de la normativa indicada.					

Durán, 20 de Enero del 2023

RITA
SUSANA
LAZO LARA

Firmado digitalmente por
RITA SUSANA
LAZO LARA
Fecha: 2023.01.20
16:21:25 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información.

Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. U = Incertidumbre.

b) Los resultados de los ensayos están fuera del alcance de acreditación.

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 2 de 3



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo	
Orden N° 0024 - Muestra N° 2023 - 00288	
* Datos del Cliente	
Cliente:	SR. RONNY GLEN MERA VINCES
Dirección:	VIA A LA COSTA KM 22, LOTIZACIÓN LAS TECAS

Solicitado por: SR. RONNY GLEN MERA VINCES		
Toma de Muestra realizada por: Cliente		
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:
12/01/2023	13/01/2023	30/01/2023

Datos de la Muestra	
Tipo: Agua	Temperatura de Recepción de la Muestra: Ambiente

* Identificación de la muestra: Agua Potable de Sistema Llana

Análisis Físico - Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultado de U k = 2	Requisitos	Métodos de Referencia
Arsénico ⁴⁾	mg / L	< 0.0072	---	0.01	PEE / IPSOMARY / 38 - 07 S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cadmio ⁴⁾	mg / L	0.0011	0.0001 mg / L	0.003	PEE / IPSOMARY / 38 - 07 S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cobre ⁴⁾	mg / L	0.0427	0.0039 mg / L	2.0	PEE / IPSOMARY / 38 - 07 S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cromo ⁴⁾	mg / L	0.0078	0.0005 mg / L	0.05	PEE / IPSOMARY / 38 - 07 S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Mercurio ⁴⁾	mg / L	< 0.0001	---	0.006	PEE / IPSOMARY / 38 - 07 S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Plomo ⁴⁾	mg / L	0.0038	0.0004 mg / L	0.01	PEE / IPSOMARY / 38 - 07 S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Fluoruros ⁴⁾	mg / L	0.101	---	1.5	S.M. Ed. 23th 4501 F - C, 2017

Normativa: Para comparar los resultados obtenidos se utilizan los requisitos de la Norma INEN 1108: 2020, Agua para Consumo Humano.

Cumplimiento: La muestra ensayada cumple los requisitos de la normativa indicada.

Durán, 02 de Febrero del 2023

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por RITA SUSANA LAZO LARA
Fecha: 2023.02.02
164629-05007

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

- a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. U = Incertidumbre.
 - b) Parámetros subcontratados acreditados. Laboratorio Ipsomary Servicios Ambientales / NP SAE LEN 10 - 012.
 - c) Parámetros subcontratados no acreditados. Laboratorio Ipsomary Servicios Ambientales / NP SAE LEN 10 - 012.
 - d) Parámetros subcontratados acreditados cuyo resultado está fuera del alcance de acreditación. Laboratorio Ipsomary Servicios Ambientales / NP SAE LEN 10 - 012.
- Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Nota: investigación de campo

4.4 Instalación del sistema de filtro de ósmosis inversa

4.4.1. Pasos de instalación

Paso 1: Ubicación de la instalación

Como inicio de la instalación se debe ubicar un sitio estratégico donde se pueda ubicar el filtro para su óptimo rendimiento; por ende, como se mencionó anteriormente será debajo de la torre donde hay suficiente espacio y no estorbaría en otras labores; además es el punto donde se encuentra la caída de agua y por ende no necesitara bomba a presión; se especifica el espacio físico de posible colocación del sistema por medio del siguiente gráfico.

Figura 8 Ubicación y diseño del filtro osmosis inversa 5 etapas.



Fuente: investigación de campo

Paso 2: Cierre la válvula de agua

Aunque el agua provenga de una torre cisterna, se debe mantener cerrada el suministro de esta, liberando la presión que conlleva esta, abriendo un canal de desfogue en donde se instalara el filtro.

Paso 3: Conéctese a la línea de agua

Conexión de la unidad de ósmosis inversa a la fuente de agua:

Gráfico 6: Unidad de ósmosis inversa

**Válvula de asiento
(Estándar)**

- Ensamble la abrazadera de la válvula de asiento en la línea de agua; gire la placa de ajuste de la abrazadera del tubo para que se ajuste al contorno del tubo. (Radio pequeño para tubería de 3/8", radio mayor para tubería de 7/16" a 5/8"). Apriete el perno de modo que la válvula de asiento quede firmemente unida a la tubería de agua de alimentación (tenga cuidado de no apretar demasiado).

Fuente: (Purikor, 2021)

Paso 4: Conexión de la línea de drenaje:

Se empieza conectando la línea al drenaje con una abrazadera para asegurar el tubo al orificio, para ello debe usar un punzón que permita alinear el tubo al punto de desfogue mientras se ajusta la abrazadera sin dañar su funcionalidad.

Paso 5: Instale el punto de salida

- Para el punto de salida del agua se debe tener en cuenta la comodidad y estética del lugar, por ende, instalar el filtro en la pared, bajo el techo a una altura de 1.90 metros será ideal para su protección ante los diferentes factores que pueden dañar el filtro como insectos rastreros, sol y lluvia.
- La hacienda al no contar con un espacio específico para instalar el filtro, se debe construir una ubicación idónea en la parte inferior cerca de la torre como antes mencionado, continuamente guiándose de las instrucciones del filtro para una correcta instalación.

4.4.1.1. Conexión de la válvula de ósmosis inversa

Figura 9 Conexión de la válvula



Fuente: (Purikor, 2021)

4.4.1.2. Conecte el tubo

- Para conectar el tubo se debe empujar de manera nivelada dentro de la válvula, el cual debe ser de 5/8 de pulgada, se presiona hasta que se active el bloqueo y se comprueba tirando de él para ver si quedó bien sujeto.

Figura 10 Conecte el tubo



Fuente: (Purikor, 2021)

4.4.1.3. Tubería de liberación / tapones

- Se debe desbloquear el clip que se encuentra en la pinza, lo cual quitarlo se debe sostener y presionar mientras se tira del mismo

Figura 11 Tubería de liberación



Fuente: (Purikor, 2021)

4.4.1.4. Insertar o quitar clips de bloqueo

- Luego de asegurarse que el tubo este correctamente instalado se debe deslizar el extremo haciendo clip entre el collar y el accesorio, el cual ayuda a sostener de forma correcta la instalación.

Figura 12 Quitar clips de bloqueo



Fuente: (Purikor, 2021)

Paso 6: Conexión del sistema.

- Primero se debe retirar la tapa roja que se encuentra a un extremo del filtro, por acciones de pruebas en la fábrica puede que se encuentre algo de humedad la cual debe ser secada correctamente; además, los tubos o sus tapas pueden cambiar de color dependiendo de la marca del fabricante.
- La línea naranja (color estándar de mayor comercialización) que corresponde a la válvula de asiento debe conectarse a la línea de agua, se recomienda usar las herramientas proporcionadas en el kit como el “manguito” de plástico Delrin para instalar de mejor manera y sin daño.
- Después debe de conectar la línea negra del filtro (color estándar de mayor comercialización) al punto de desfogue o drenaje
- La línea verde (color estándar de mayor comercialización) al tanque de almacenamiento del filtro de ósmosis inversa
- A final conecte la línea azul (color estándar de mayor comercialización) del filtro al punto de salida.

Paso 7: Puesta en marcha del sistema

- Para poner en marcha el filtro, primero se debe cerrar la válvula de bola que se encuentra en el tanque de almacenamiento para que no ingrese agua al mismo, después

se abre lentamente el punto de agua o válvula autoperforante; al final de este paso se debe comprobar si existe alguna fuga para evitar inconvenientes mayores.

- Posterior a comprobar fugas, se debe volver a abrir el grifo del filtro de ósmosis inversa donde se denotará un gorgoteo que es normal por el aire que va saliendo del mismo, este pasará después de unos 10 minutos aproximadamente antes de ver el goteo normal del sistema; después, se verá un color oscuro en este goteo, ya que será producto de la limpieza de los finos de carbón de los post-filtros, por ello, se debe dejar gotear unos 15 minutos antes de cerrar una vez más el grifo del filtro.
- Consecuente a esto, se debe abrir la válvula de la bola que se encuentra en el tanque del filtro para que se llene, lo cual durara unas 8 horas aproximadamente; por lo cual en este proceso se debe buscar si existe alguna fuga en todas las instalaciones, al encontrar alguna fuga debe cerrar los puntos necesarios para hacer las correcciones.
- Es recomendable que se drene tres veces el sistema para tener una mejor calidad de agua al iniciar su consumo.
- Además, los chequeos deben ser constante en las primeras semanas de instalación para evitar inconvenientes futuros.
- Realice una revisión diaria en busca de fugas durante la primera semana después de la instalación y revise si hay fugas ocasionalmente a partir de entonces.

4.4.2. Lista de componentes

El filtro por ósmosis inversa en su kit estándar y de mayor comercialización contiene los siguientes elementos:

Figura 13 Lista de componentes



Fuente: (Purikor, 2021)

4.4.2.1. Componentes de la válvula de detención de fugas

- Válvula para evitar las fugas
- almohadones de repuesto para las válvulas
- Para el montaje dos tornillos

Figura 14 Componentes de la válvula



Fuente: (Purikor, 2021)

4.4.2.2. Tanque de almacenamiento de ósmosis inversa

- Contiene un tanque de almacenamiento para el agua
- También contiene un soporte que se coloca abajo del tanque.

Figura 15 Tanque de almacenamiento



Fuente: (Purikor, 2021)

4.4.2.3. Unidad ro

- Componentes superiores
- Filtro de carbón de poste en línea - FLTIN01PKQ
- Filtro de membrana RO - FLTMEME50 / FLTMEME100
- Componentes inferiores
- Carcasas de filtro - PRTHSF10DB14
- Filtro de sedimentos - FLTSED0501
- Filtro GAC - FLTGAC0501
- Filtro de bloque de carbón - FLTCAR0501C

Figura 16 Unidad ro

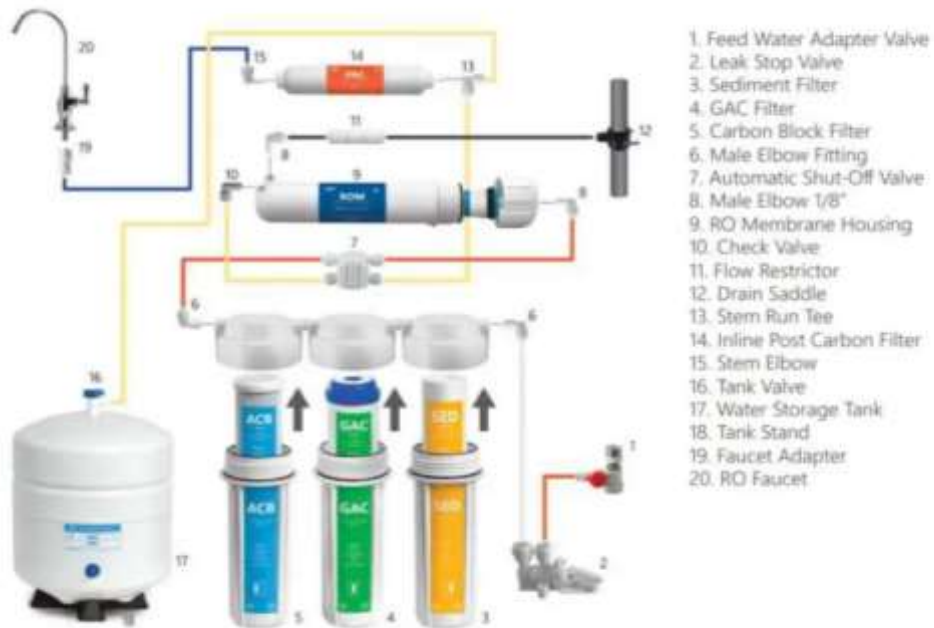


Fuente: (Purikor, 2021)

4.4.3. Componentes del sistema

- Contiene su guía específica para la correcta conexión
- También se considera que el tubo de este sistema de filtro viene con un bloqueo de conexión rápida codificados por varios colores estándar como se puede observar en el siguiente gráfico.

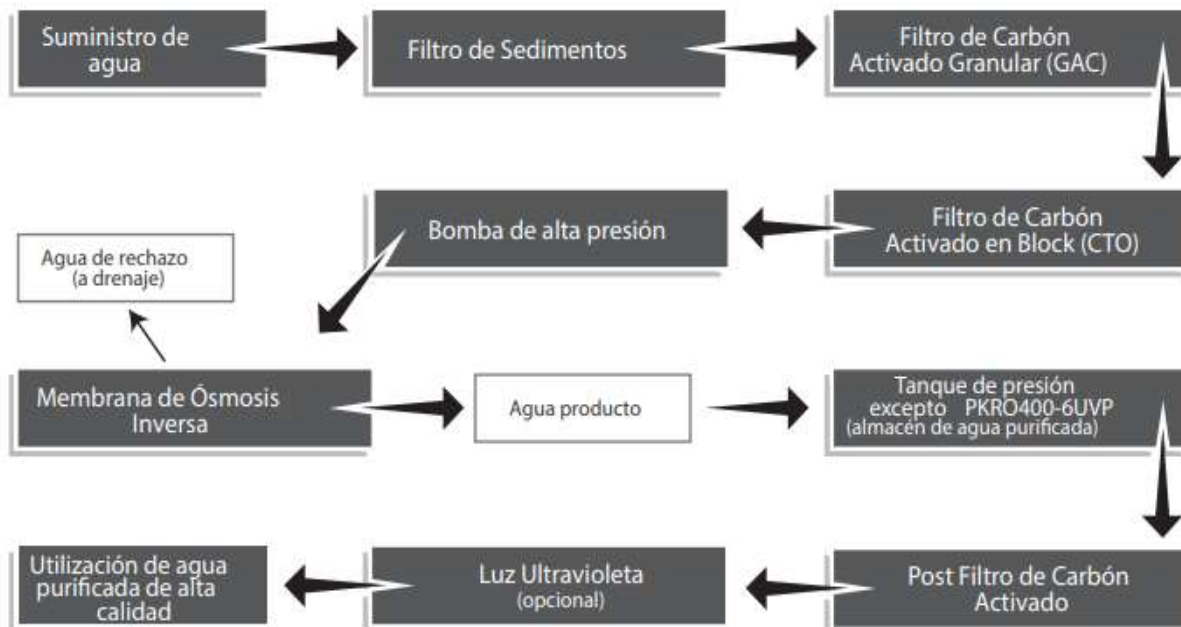
Figura 17 Componentes del sistema



Fuente: (Purikor, 2021)

4.4.4. Proceso de producción del agua

Figura 18 Producción del agua



Fuente: (Purikor, 2021)

4.4.5. Guía de problemas

Tabla 15 Guía de problemas

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
No produce agua	El suministro de agua está cerrado.	Abrir el suministro de agua
No hay suficiente agua producto	1. El suministro de agua está bloqueado.	1. Limpiar restricción.
	2. Pre-filtro(s) están tapados.	2. Reemplazar los filtros
	3. Válvula de suministro de agua está tapada o cerrada.	3. Abrir la válvula o destaparla.
	4. Válvula de tanque precargado está cerrada.	4. Abrir la válvula
	5. No hay flujo al drenaje, el restrictor del drenaje está tapado.	5. Limpiar o reemplazar el restrictor de -ujo
Bomba no funciona	1. Baja presión de suministro de agua.	1. Revisar presión en suministro de agua.
	2. No hay corriente eléctrica o está suelta la conexión eléctrica.	2. Restablecer corriente o conexión eléctrica.
	3. Adaptador eléctrico dañado	3. Reparar o reponer adaptador eléctrico.
Bomba operando, pero no produce agua o produce poca agua	1. Filtros están tapados.	1. Revisar y reemplazar filtros o membrana de ósmosis inversa.
	2. Falla en la válvula solenoide de entrada de agua.	2. Revisar y reemplazar válvula solenoide.
Sistema no se apaga	Switch de presión no está funcionando.	Reponer o reparar switch de presión
Ciclo anormal de ruido	Filtro tapado o baja presión de suministro de agua.	Cambiar el filtro o ajustar la presión de suministro de agua.
No hay agua de drenaje	Restrictor de flujo tapado en la tubería.	Reemplazar restrictor de flujo en la tubería.

Agua con sabor u olor desagradable	Post filtro de carbón activado agotado.	Drenar agua del tanque de presión y cambiar post filtro de carbón activado.
Fuga	1. Tubería no está bien apretada o conectada.	1. Apretar o ajustar conexiones de la tubería.
	2. Tubería defectuosa o dañada.	2. Cortar área dañada de la tubería o reemplazar la tubería dañada.
	3. Empaques (“O” ring) no están colocados adecuadamente.	3. Colocar bien empaques (“O” ring).
	4. Empaque (“O” ring) dañado.	4. Reemplazar empaques (“O” ring).
Luz UV no enciende	1. Lámpara dañada.	1. Reemplazar la lámpara.
	2. No está bien conectada.	2. Asegúrese que tenga corriente eléctrica y conéctela.

Fuente: (Purikor, 2021)

4.5. Comparaciones del análisis de agua con la norma inen 1108

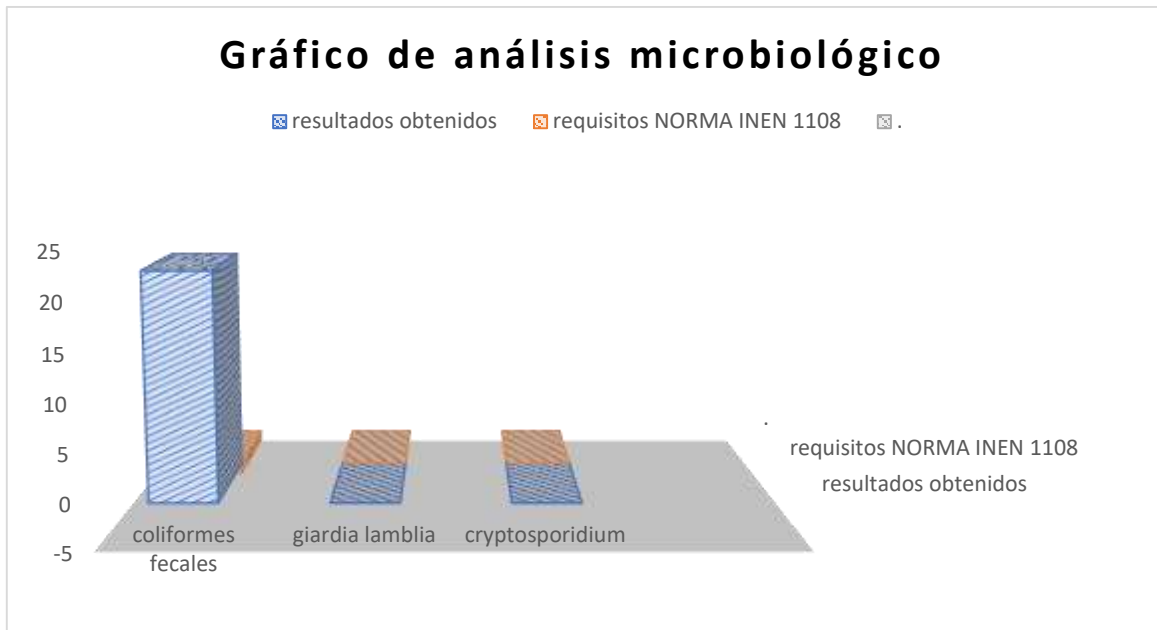
Con los resultados obtenidos en el análisis del agua al realizar la comparación de los parámetros que se comprometen en la cisterna pudimos constatar que:

Tabla 16 Resultado del análisis microbiológico

Análisis Microbiológico				
Parámetros	Unidad	Resultados	Requisitos	Método de Referencia
Recuento de coliformes fecales	NMP/100ml	> 23	< 1.1	SM23-9221E
Giardia lamblia	#quistes/1litro	ausencia	Ausencia	Observación microscópica
Cryptosporidium	#quistes/1litro	ausencia	ausencia	Observación microscópica

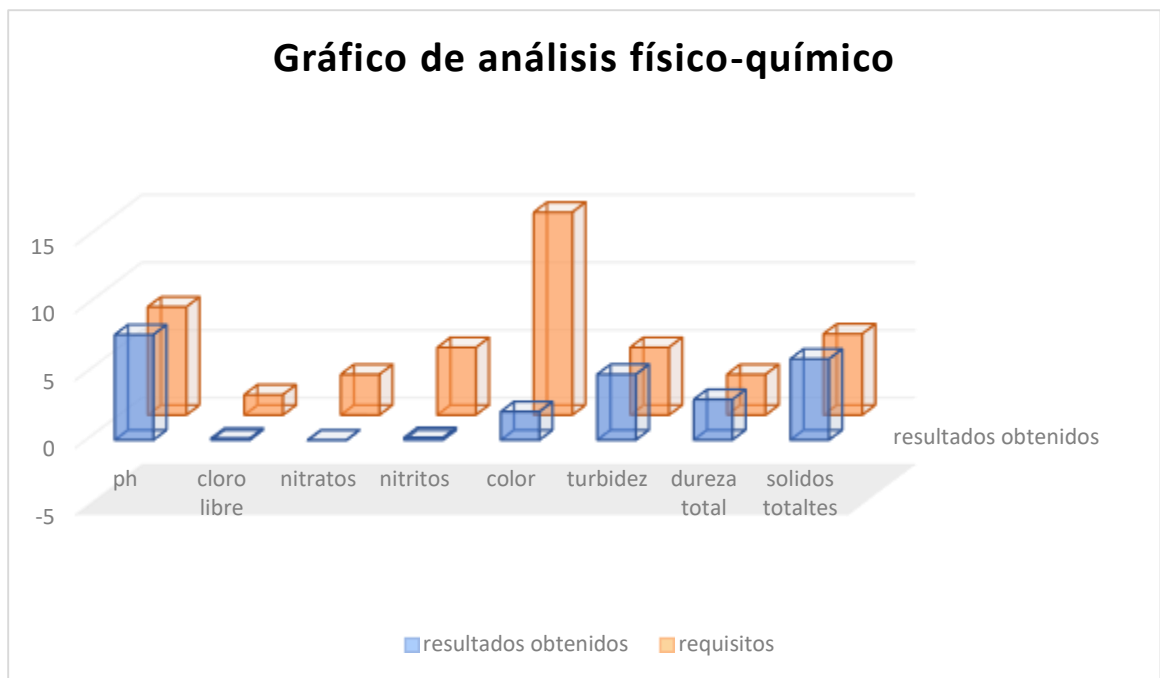
Nota: investigación de campo

Gráfico 7 Análisis microbiólogo



Nota: investigación de campo

Gráfico 8 Análisis físico-químico



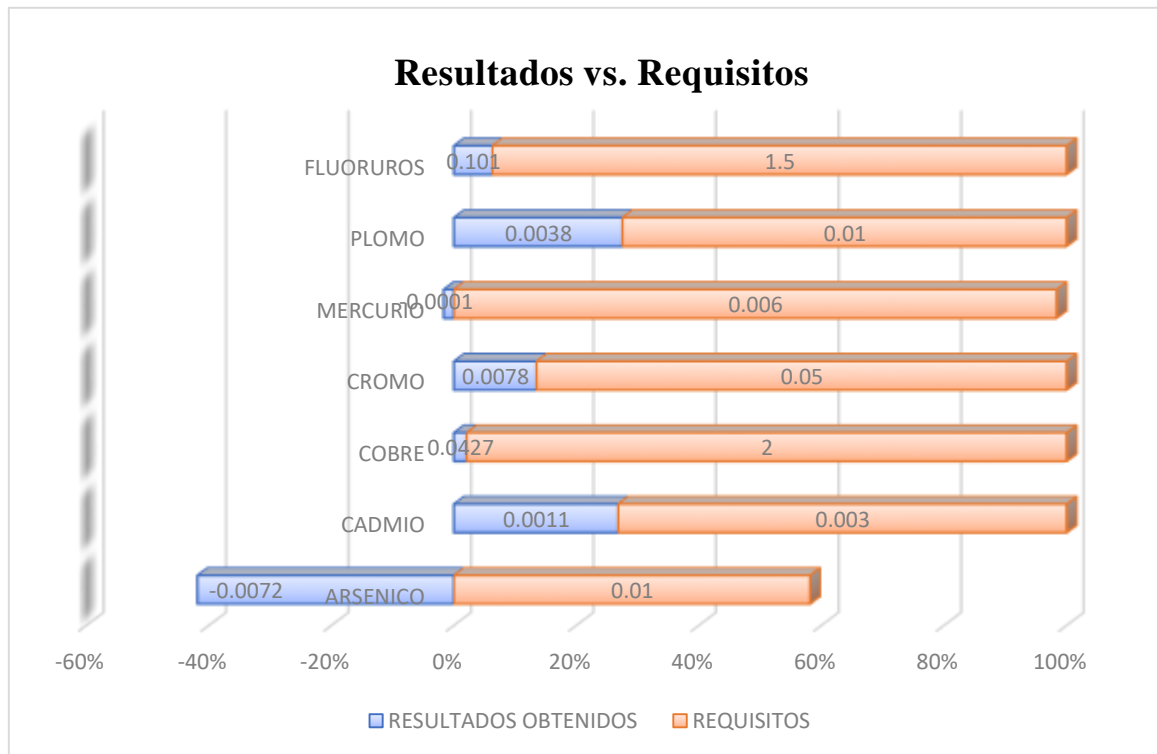
Nota: investigación de campo

Tabla 17 Resultado del análisis fisicoquímico

Análisis Físico – Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultado de U_k = 2	Requisitos	Método de referencia
			0.19		
PH	Unidades de pH	7.79	unidades de Ph	6.5-8.0	SM23-4500H
Cloro libre	mg/l	0.13	17%	0.3-1.5	SM23-4500clG
Nitritos	mg/l	< 0.02	-----	3.0	SM23-4500(NO2)
Nitratos	mg/l	0.19	-----	50	SM23,4500(NO3)
Color	mg/l	2.1	-----	15	Spectroquant Nova 60 método 15
turbidez	mg/l	4.86	15%	5	SM23,2130B
Dureza total (CO2CA)	mg/l	38.73	10%	Sin requisito	SM23,2340C
Solidos totales disueltos	mg/l	63.9	12%	Sin requisito	SM23,2540C

Nota: investigación de campo

Gráfico 9 Resultados vs. Requisitos



Nota: investigación de campo

Al comparar mediante estos gráficos pudimos constatar que coliformes fecales no cumplen con los requisitos de la norma a la igual que Cloro libre y turbidez, el filtro de osmosis inversa perfectamente limpia y soluciona estos parámetros que no llega a cumplir el agua en su análisis.

4.5. Verificación del filtro de ósmosis inversa

El filtro de ósmosis inversa de 5 etapas permitirá, como su nombre lo dice purificar residuos sólidos, coliformes fecales, cloro libre y diferentes parámetros que no lleguen a cumplirse para que sea agua potable y de consumo humano, por ende, limpiara cualquier tipo de agua cruda que posea características complejas a esta, por ello se expone las siguientes características:

- Abastece hasta 100 galones diarios o 15 litros por cada hora.
- El agua se convierte en un agua purificada y de consumo humano.
- Pasa por 5 etapas de filtrado desde filtro de sedimento hasta filtro de carbón activado granulado.

- Tiene una fácil instalación
- Reemplaza tanques de acero inoxidable
- Completamente hermético y de gran duración
- Mantenimiento anual para los filtros

Además, se debe tener en cuenta que aplicar los filtros de osmosis inversa conlleva las siguientes ventajas:

- Reduce las enfermedades por causa de los coliformes fecales y exceso de cloro.
- Reduce malos olores y sabor del agua
- Utiliza membranas semipermeables
- Tiene la resistencia requerida para el uso doméstico e industrial.

4.5.1 Verificación de los puntos de agua dentro de la vivienda.

Antes de aplicar un filtro de osmosis inversa acudimos la hacienda para realizar una inspección de los puntos de agua que tienen, donde se encontró:

Tabla 18 Puntos de agua dentro de la vivienda

Cantidad de puntos de agua	Tipos de punto de agua	Anomalías en los puntos de agua
2	Fregadero	1 de los fregaderos necesita cambio a un grifo de espiral para ahorrar un 15% de agua
3	Duchas	2 duchas necesitan aireadores
2	Lavabos	Sin anomalías
2	Riego de plantas	Sin anomalías

2	Sanitarios	Regular los sanitarios para menos consumo de agua
1	Lavadero de ropa	Sin anomalías

Nota: investigación de campo

Gráfico 10 Puntos de agua y anomalías



Nota: investigación de campo

4.5.2. Presión del agua en el tanque elevado

Para constatar si el filtro funciona perfectamente donde se instalará, calculamos la presión que cae el agua desde la altura donde se encuentra el tanque (4,79mts) si la presión supera los 4,3kg/cm² se tendrá que ver otras opciones de instalación; por ende, según eHow en español para hallar la presión del agua que cae desde el tanque elevado hacemos la siguiente operación:

$$P = p \times g \times h$$

$$P = \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \times \left(9.81 \frac{\text{mt}}{\text{s}^2}\right) \times (4.79 \text{ mt})$$

$$P = 46,989.9 \text{ pascales}$$

$$0.000479 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} (\text{Bar})$$

Entonces, la presión que cae es inferior a lo que exige el fabricante, por ende, se puede instalar sin problemas en este espacio y distribuir a toda la casa el agua ya purificada. Cabe mencionar que, mientras menos agua se introduzca en el filtro de osmosis inversa, menos agua

de rechazo eliminara.

4.5.3. Ubicación espacial del filtro osmosis inversa

Para la instalación de un filtro de osmosis inversa normalmente se instala dentro de una cocina, pero en este proyecto técnico se busca optimizar mediante este sistema de filtración cada espacio de la hacienda; el punto más práctico que debe ser instalado fuera de la casa es bajo el techo, montado en la pared con una repisa metálica para el tanque de presión a una altura de 1,90 m, este filtro se conectará al primer punto de llave en la parte inferior del tanque elevado que por su caudal y presión hará la función correcta, el filtro pasará por las 5 etapas y se distribuirá en todas las llaves de agua dentro de la vivienda.

Se tiene la información previamente analizada, entonces, por cada litro de agua limpia que pasa por el filtro tendrá un rechazo de 2 litros, este rechazo se reutilizará al ser enviado por medio de una tubería hasta otro tanque de 200 litros donde se distribuirá a la vegetación y zona externa de la casa, así el consumo de agua se optimizará y al mismo tiempo cumplirá la función de purificar el agua en toda la hacienda sin desperdiciar este líquido vital.

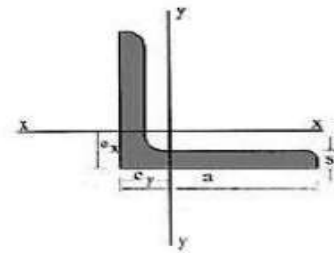
4.5.4. Retroceso del agua

La torre cuenta con una estructura de Angulo de 3"x 1/8 "con medidas 1.63 ancho x 1.65 longitud x 4.79 altura, con dos niveles donde: el primer nivel es el tanque elevado que distribuye el agua en la casa, el segundo nivel es el tanque para agua de rechazo. Esta estructura es capaz de resistir hasta 64.2kg/m x cada ángulo según la tabla que se presenta a continuación.

Figura 19 Datos del ángulo para la torre

Perfil ángulo de alas iguales

- F = Sección
- G = Peso
- U = Superficie exterior por metro de perfil
- J = Momento de inercia
- W = Momento resistente
- i = Radio de giro



Fuente: http://www.bul-mak.com.ar/tablas/tablas_pym_hierros_aceros_canos.pdf

Tabla 19 Datos de las medidas para la torre

Denominación	Dimensiones			Eje flexión x-x=y-y				
	a	b	ex=ey	F	G	Jx=Jy	Wx=Wy	ix=iy
	mm	mm	cm	cm ²	Kg./m	cm ⁴	cm ³	cm
5/8" x 1/8"	15.9	3.2	0.51	0.91	0.7	0.20	0.18	0.46
3/4" x 1/8"	19.1	3.2	0.58	1.11	0.9	0.37	0.28	0.58
7/8" x 1/8"	22.2	3.2	0.66	1.31	1.0	0.58	0.37	0.66
1" x 1/8"	25.4	3.2	0.75	1.51	1.2	0.91	0.51	0.77
1" x 3/16"	25.4	4.8	0.81	2.19	1.8	1.25	0.72	0.75
1" x 1/4"	25.4	6.4	0.86	2.83	2.2	1.66	0.98	0.73
1 1/4" x 1/8"	31.7	3.2	0.91	1.92	1.5	1.83	0.80	0.98
1 1/4" x 3/16"	31.7	4.8	0.97	2.80	2.2	2.54	1.16	0.96
1 1/4" x 1/4"	31.7	6.4	1.01	3.61	2.8	3.32	1.47	0.93
1 1/2" x 1/8"	38.1	3.2	1.07	2.32	1.8	3.25	1.18	1.18
1 1/2" x 3/16"	38.1	4.8	1.13	3.40	2.7	4.58	1.70	1.16
1 1/2" x 1/4"	38.1	6.4	1.18	4.44	3.4	5.78	2.19	1.14
1 3/4" x 1/8"	44.4	3.2	1.23	2.73	2.1	5.24	1.62	1.39
1 3/4" x 3/16"	44.4	4.8	1.29	4.00	3.1	7.45	2.36	1.36
2" x 1/8"	50.8	3.2	1.39	3.13	2.4	7.91	2.14	1.59
2" x 3/16"	50.8	4.8	1.45	4.61	3.6	11.33	3.12	1.57
2" x 1/4"	50.8	6.4	1.50	6.05	4.7	14.48	4.04	1.55
2 1/4" x 3/16"	57.1	4.8	1.60	5.21	4.1	16.23	3.93	1.78
2 1/4" x 1/4"	57.1	6.4	1.68	6.85	5.4	21.23	5.24	1.75
2 1/2" x 3/16"	63.5	4.8	1.76	5.82	4.6	22.77	4.96	1.98
2 1/2" x 1/4"	63.5	6.4	1.82	7.66	6.1	29.26	6.45	1.95
3" x 1/4"	76.2	6.4	2.14	9.27	7.3	51.60	9.46	2.36
3" x 5/16"	76.2	7.9	2.20	11.47	9.1	62.80	11.58	2.34
3" x 3/8"	76.2	9.5	2.26	13.60	10.7	73.20	13.65	2.32
3 1/2" x 1/4"	88.9	6.4	2.46	10.89	8.6	83.60	13.01	2.77
3 1/2" x 5/16"	88.9	7.9	2.51	13.49	10.7	101.90	15.99	2.74
3 1/2" x 3/8"	88.9	9.5	2.57	16.02	12.6	119.40	18.85	2.71
4" x 1/4"	101.6	6.4	2.76	12.51	9.8	124.80	18.02	3.17
4" x 5/16"	101.6	7.9	2.84	15.50	12.2	154.60	21.10	3.15
4" x 3/8"	101.6	9.5	2.90	18.44	14.6	181.30	24.90	3.12
4" x 1/2"	101.6	12.7	3.00	24.19	19.0	231.40	32.30	3.10

Fuente: http://www.bul-mak.com.ar/tablas/tablas_pym_hierros_aceros_canos.pdf

4.5.5. Diseño de la estructura del tanque para agua de rechazo

Para la estructura metálica donde estará el tanque para agua de rechazo se tienen en cuenta diferentes factores como el sol y la lluvia, en este caso se instalará a una altura de 0.60 metros desde el nivel del piso para priorizar que no se acumulen insectos rastreros de diferentes tipos dentro del tanque, se realizara una estructura metálica con ángulo de 3" x 3mm, por último estará pintado con pintura anticorrosiva color rojo óxido. Esta base sostendrá el tanque para agua de rechazo que distribuirá a las plantas y animales de la hacienda.

4.5.6. Lista de materiales para la adaptación de la torre para agua de rechazo

Para adaptar el tanque de 200 litros en la torre cotizamos los siguientes materiales que se muestran en la tabla:

Tabla 20 Materiales para la adaptación de la torre

CANTIDAD	DESCRIPCION DEL MATERIAL
1	Angulo de 3" x 3/8" x 6 mt
1	Tubo PVC 1/2" x 6mt
1	Tanque rotoplast 200lt
1	Acoples de tubería para 1/2"
1	Adaptador de 1/2"
1	Adaptador de llave para 1/2"

Nota: investigación de campo

Tabla 21 Lista de materiales

CANTIDAD	DESCRIPCION DEL MATERIAL
1	Adaptador de 3/4"
1	Adaptador de 1/2"
1	Unión T
6 metros	Cable 2 en 1 N.-18
1	Toma corriente
1	Enchufe

Nota: investigación de campo

4.6. Análisis del agua posterior a la implementación del filtro de ósmosis inversa

“Las unidades de Ósmosis Inversa eliminan una cantidad considerable de la mayoría de las sustancias químicas inorgánicas (tales como sales, metales, minerales, entre otros) la mayoría de los microorganismos, y muchas sustancias químicas orgánicas. No eliminan eficazmente algunos compuestos orgánicos” (Gualpa, 2016). “Los filtros mecánicos y filtros de carbón activado casi siempre se utilizan con ósmosis inversa. La Ósmosis Inversa usa grandes cantidades de agua. típicamente, cerca de 75% o más de agua es desechada con contaminantes como plomo, sulfato, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, aluminio, cloruro, nitrato, fluoruro, boro y la mayoría de los microorganismos”.

4.6.1. Análisis fisicoquímicos de agua purificada

Requerimientos: “El agua purificada se obtuvo del equipo de ósmosis inversa, mismo que bajo condiciones normales puede contener hasta 100 UFC, además debe cumplir con los requisitos de pureza química, iónica y orgánica y protegerse de la contaminación microbiana”.

Recepción de la Muestra:” La muestra de agua purificada estuvo correctamente identificada y fue analizada de forma inmediata, no se guardaron remanentes”.

Materiales, equipos y reactivos

Tabla 22 Detalle de Materiales, Equipos y Reactivos

MATERIALES	EQUIPOS	REACTIVOS
Pipetas	Balanza Analítica Digital,	Ácido nítrico concentrado al 65%
Pera de succión	BOECO "BBL31"	Nitrato de Plata 0,1 N
Balones aforados de 100 ml		Cloruro de Bario
Balones aforados de 250 ml	pH – metro Fisher Scientific	Ácido Sulfúrico 2 N
Espátulas	Accumet AB15+	Permanganato de Potasio 0,1 N
Frascos ámbar		Cloruro de Potasio 3 M
Agitador de vidrio	Conductímetro Hanna Dist 3	Agua destilada
Embudos		Oxalato de Amonio
Vasos de precipitación de 250 ml		Ácido nítrico concentrado al 65%
Vaso de precipitación de 1000 ml	Cocineta eléctrica de dos quemadores Alton	Nitrato de Plata 0,1 N

Nota: investigación de campo.

4.6.2. Preparación de reactivos.

“**Ácido Sulfúrico 2 N (H₂SO₄ 2 N):** En un vaso de precipitación de 1000 ml colocar 600 ml de agua destilada y trasvasar lentamente y con mucho cuidado 60 ml de H₂SO₄ concentrado. Mezclar con un agitador, adicionar a esta solución 420 ml más de agua destilada.”

“Cloruro de Bario (BaCl₂): Pesar 12 g de BaCl₂ grado reactivo y trasvasarlo a un balón aforado de 100 ml, disolver y aforar con agua destilada.”

“Nitrato de Plata 0,1 N: Pesar 16,99 g de Nitrato de Plata grado reactivo, trasvasarlos a un balón aforado de 1000 ml, disolver y aforar con agua destilada. “

“Oxalato de Amonio: Pesar 3,5 g de Oxalato de Amonio grado reactivo y trasvasarlos a un balón aforado de 100 ml. Disolver y aforar con agua destilada.”

“Permanganato de Potasio 0,02 M: Pesar 3,161 g de KMNO₄ grado reactivo y trasvasarlos a un balón aforado de 1000 ml, disolver y aforar con agua destilada.”

“Cloruro de Potasio 3 M: Pesar 223,65 g de KCl grado reactivo y trasvasarlos a un balón aforado de 1000 ml, disolver y aforar con agua destilada.”

4.6.3. Ensayos

“Todos los ensayos físico – químicos de análisis de agua purificada (a excepción de pH y conductividad) se determinan de manera cualitativa, ya que los resultados se aprecian de manera visual a través del color y la turbidez.”(Lopez, 2020).

Organolépticos: “La muestra de agua purificada debe ser limpia, inodora, incolora e insípida.”

Cloruros: “A 20 ml de agua purificada añadir 5 gotas de ácido nítrico y 1 ml de nitrato de plata 0,1 N, la solución debe mantenerse transparente”

PH (especificación 5 – 7): “Medir 20 ml de agua, adicionar 3 gotas de cloruro de potasio 3 M y medir el pH en el potenciómetro”.

Conductividad: Se mide con el Conductímetro, esperando valores máximos hasta de 10 µs/cm

Sulfatos: A 100 ml de agua purificada añadir 1 ml de solución prueba de Cloruro de Bario. No debe de producirse turbidez.

Tabla 23 Especificaciones de aceptación microbiológicas de agua filtrada

PARÁMETRO	UNIDADES	ESPECIFICACIÓN AGUA FILTRADA (USP 32)
Coliformes fecales	UFC	Ausencia
Cloro libre	UFC	Ausencia
Turbidez	UFC	Ausencia
Guardia lambia	UFC	Ausencia
Hongos, mohos y levaduras	UFC	Ausencia
Cryptosporidium	UFC	Ausencia

Nota: investigación de campo

Tabla 24 Resultados

Parámetro	Unidad	Mues. 1	Mues. 2	Mues. 3	Promedio	Cumple	No cumple
Coliformes fecales	UFC	0	0	0	0	X	
Cloro libre	UFC	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	X	
Turbidez	UFC	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	X	
Guardia lambia	UFC	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	X	

Hongos, mohos y levaduras	UFC	0	0	0	0	X
---------------------------	-----	---	---	---	---	---

Cryptosporidium	UFC	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	X
-----------------	-----	------	------	------	------	---

Nota: investigación de campo

4.8 Validación de resultados

Al asumir este Proyecto Técnico como resultado obtuvimos en primera instancia los resultados microbiológicos y fisicoquímico, gracias a estos resultados pudimos obtener diferentes criterios que se presentan a continuación:

- El análisis microbiológico no cumplió con los parámetros establecidos según norma 1108 por ende buscamos el filtro más adecuado, el que escogimos fue el filtro de grava.
- Después de revisar el segundo análisis fisicoquímico tampoco cumplía con ciertos parámetros que exige la norma Inen 1108 así que, a base de esta investigación pudimos concretar que el filtro más idóneo para este proyecto técnico era el de ósmosis inversa de 5 etapas.
- Después del análisis, tuvimos que partir de varios cálculos que nos permitió si en el lugar donde se instalara el filtro de ósmosis inversa es capaz de resistir todos los factores que exige el fabricante de dicho filtro.

“Luego del análisis del sistema de purificación de agua por ósmosis inversa realizado, se concluye que además de realizarse análisis fisicoquímico y microbiológicos en el agua tratada se requirió ejecutar fases de estudio del equipo, sus componentes y verificaciones en general, el área del mismo y sus condiciones; además de una capacitación al personal que usa el equipo

y su área. El análisis fisicoquímico y microbiológicos requeridos fueron tanto del agua tratada como del agua de cisterna, para descartar posibles malos resultados”.

4.9. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Al término de este trabajo de graduación se concluye lo siguiente:

- Los estudios para la propuesta de un sistema de filtración para mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano en una hacienda de Vía a la Costa (Guayaquil), inicialmente se realizó el análisis de agua de la normativa INEN 1108 (Análisis fisicoquímico y Análisis microbiológico) para conocer el estado de agua en la cisterna cuando llega del tanquero, con el resultado de los análisis obtenidos del laboratorio se permite identificar en que condición real se encuentra el agua para determinar que filtro será el adecuado a fin de darle la calidad para consumo humano.
- Se propuso el filtro de Osmosis inversa de 5 etapas con el objetivo de mejorar la calidad de agua para consumo humano, se estableció las Normas Técnicas Complementarias para diseño y ejecución de obras e instalaciones, se proporcionó el resultado de las personas que se abastecerán del sistema de filtración mediante el cálculo del caudal y presión de la bomba.
- El filtro de osmosis inversa de 5 etapas purificara los coliformes fecales, cloro libre y turbidez que son los parámetros que no llegaron a cumplirse para que el agua sea de consumo humano, por ende, este filtro proveerá una calidad de agua que sea incluso bebible, se identificó en que parte se ubicaría el filtro de Osmosis inversa con la finalidad de que al ser instalado haga su funcionamiento correcto.

Recomendaciones

- Se debe promover la cultura del conocimiento dentro la hacienda, esto ayudara a que los habitantes tengan la capacidad de realizar mantenimientos en cisternas y conocer el estado de agua adquirida por el tanquero, también se debe conocer los metros cúbicos

que tienen las cisternas y saber cómo se realiza el mantenimiento predictivo y preventivo.

- Se recomienda para el mantenimiento de este tipo de filtro, hacerlo en períodos aproximadamente de 9 o 12 meses, así mismo la membrana de ósmosis se reemplaza entre 24 a 36 meses. Se aconseja que el tanque elevado se limpie por lo menos 3 veces al año.
- Se recomienda a los pobladores de la localidad de distintas haciendas acogerse al modelo propuesto en la presente investigación.

4.10. Cronograma

Tabla 25 Cronograma

ACTIVIDADES	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Presentación del anteproyecto	■					
Aprobación del tema del anteproyecto		■				
Obtener información general para la realización del proyecto técnico		■				
Realización de los capítulos investigación.		■				
Realizar preguntas de encuestas			■			
Desarrollo del análisis del agua microbiológico y fisicoquímico			■	■	■	
Aplicar el análisis de datos en el trabajo de investigación para lograr el óptimo desarrollo de la propuesta				■		
Identificación del sistema de filtración para la propuesta					■	
Entrega del trabajo final						■

Nota: investigación de campo

4.11 Presupuesto

Tabla 26 Presupuesto

PRESUPUESTO PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	
Costo de la investigación	Valores
Internet	\$ 130,00
Botellas de muestra para el análisis	\$ 4,00
Análisis del agua microbiológico y fisicoquímico	\$253,12
Viáticos	\$ 60,00
Total	\$447,12

Nota: investigación de campo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrew W. Senior, J. H. (2004). *Guide to Biometrics*.

Anil K. Jain, A. A. (2011). *Introduction to Biometrics*.

Arduino. (2008). *Arduino Nano*. Obtenido de arduino.cc:
<https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual23.pdf>

B. Navya Rupa, G. K.-h. (2015). Test Report Generation Using JSON. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*.

Bacca, R. R. (2020). *Introducción teórica y práctica a la investigación histórica: Guía para historiar en las ciencias sociales*. Colombia: Univ. Nacional de Colombia.

Banzi, M. (2008). *Getting Started with Arduino*.

Batini, C. (s.f.). *Conceptual Database Design, An Entity-relationship Approach*. 1992: Benjamin/Cummings.

Bayardo Moreno, M. G. (2019). *Introduccion a la Metodologia de la investigacion educativa*. Mexico : Editorial Progreso.

Ben Everard, E. U. (2014). *Learning Computer Architecture with Raspberry Pi*.

Blum, C. B. (2013). *Sams Teach Yourself Python Programming for Raspberry Pi in 24 Hours*.

Boulgouris, N. V. (2009). *Biometrics: Theory, Methods, and Applications*.

Boxall, J. (2013). *Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects*.

Brock Craft, J. E. (2015). *Raspberry Pi Projects For Dummies*.

C. Calderón, M. C. (2014). Desarrollo de una Aplicación Cliente/Servidor para un Wall View en base a la. *REVISTA EPN*, 7. Obtenido de https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/155/pdf

Calderón, J. P., & De Los Godos, L. A. (2020). *Metodología de la investigación científica en postgrado*. Lima: Ilustrada.

Ceballos, E. L. (2013). Diseño web adaptativo o responsivo. *Revista Digital Universitaria*.

Elio, E. M. (2015). *Microcontrolador Arduino*. Universidad Cristobal Colón.

Fernando Bizzarro, A. H. (2016). *The V-Dem Party Institutionalization Index: a new global indicator (1900-2015)*.

Guillermo Diez-Andino Sancho, R. M. (2003). Desarrollo de un servidor HTTP para dispositivos móviles en J2ME. *Departamento. Ingeniería Telemática - Universidad Carlos III de Madrid*. Obtenido de <http://www.it.uc3m.es/celest/papers/ServidorHTTP.pdf>

Javier, L. S. (2001). Base de Datos Distribuidas Estudio de Actualización de Réplicas. *Facultad de Informática – UNLP*. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/3872/Documento_completo__pdf-PDFA1b.pdf?sequence=1

Jayesh Umre, K. B. (2014). Comparative performance analysis of MySQL and SQLite relational database management systems in Windows 10 environments. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*.

Jimmy Alexander Cortés Osorio, F. A. (2010). *Sistemas de seguridad basados en biometría*.

Kilicdagi, A. (2014). *Laravel Design Patterns and Best Practices*.

Lacoba, R. N. (2019). *fundamentos de la estadística*. Mexico : independiente.

Margolis, M. (2011). *Arduino Cookbook*.

María F. Maldonado, A. C. (2008). Implementación de un sistema Web para manejo de datos meteorológicos del Laboratorio de Energías Alternativas y Eficiencia Energética de la Escuela Laboratorio de Energías Alternativas y Eficiencia Energética de la Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de

Mishra, A. (2014). Critical Comparison Of PHP And ASP.NET For Web Development. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME 3*,. Obtenido de <http://www.ijstr.org/final-print/july2014/Critical-Comparison-Of-Php-And-Aspnet-For-Web-Development.pdf>

Molloy, D. (2016). *Exploring Raspberry Pi: Interfacing to the Real World with Embedded Linux*. Obtenido de <https://www.element14.com/community/community/raspberry-pi?src=raspberrypi>

Monk, S. (2012). *Programming the Raspberry Pi: Getting Started with Python*.

- Mulloy, B. (2012). *Web API Design, Crafting Interfaces that Developers Love*. apigee.
- Nguyen, Q. H. (2015). Building a web application with LARAVEL 5. *Oulu University of Applied Sciences*.
- Odón, F. G. (2018). *El proyecto de Investigación. Introducción en la metodología científica. 6ta Edición*. Caracas: Episteme, C.A.
- Oracle. (2011). *PHP Scalability and High Availability Database Resident Connection Pooling and Fast Application Notification*.
- Paúl, C. F. (2019). *DESARROLLO DE UN PLAN PARA EVALUACION DEL SISTEMA DE FILTRACION RAPIDA DE LA PLANTA POTABILIZADORA*. Cuenca: UNIVERSIDAD DE CUENCA. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23369/1/tesis%20pdf.pdf>
- Paúl, C. F. (2020). *DESARROLLO DE UN PLAN PARA EVALUACION DEL SISTEMA DE FILTRACION RAPIDA DE LA PLANTA POTABILIZADORA*. Cuenca : UEC.
- Peck, A. (2017). *Jumpstarting the Raspberry Pi Zero W*.
- Philbin, C. A. (2013). *Adventures in Raspberry Pi*.
- Purdum, J. J. (2012). *Beginning C for Arduino: Learn C Programming for the Arduino*.
- Purikor. (2021). *MANUAL DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO*. Mexico: Purikor. Obtenido de <https://cdn-stor1.fibrasynormasdecolombia.com/wp-content/uploads/2018/07/mi-manual-de-instalacion-sistema-de-osmosis-inversa.pdf>

Ramón Pérez Juste, A. G. (2019). *Métodos y diseños de investigación en educación*. Madrid: Editorial UNED.

Ross, A. A. (2006). *Handbook of Multibiometrics*.

Scott Trent, M. T. (2008). *Performance Comparison of PHP and JSP as Server-Side Scripting Languages*. Obtenido de


https://www.researchgate.net/publication/225161349_Performance_Comparison_of_PHP_and_JSP_as_Server-Side_Scripting_Languages

Spectator, C. (2016). *Comparativa de rendimiento de la red entre distintos proveedores Cloud desde diferentes localizaciones geográficas*.

Vivanco, M. (2013). *Muestreo Estadístico. Diseño Y Aplicaciones*. Chile: Editorial Universitaria.

ANEXOS

Anexo 1. Primera cotización de laboratorio Deproinsa

 RUC 0992222514001	COTIZACION Nº 003/2023	 <small>MINISTERIO DE SALUD INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y ENFERMEDADES TROPICALES Y SUBTROPICALES</small>
---	---	--

Fecha:	5/1/2023	Empresa:	MARIA CAMPOVERDE
Lugar:	GUAYAQUIL	Dirección:	km 22 vía a al costa lotizacion las tecas
Atención:	Ing. María Campoverde Gómez	Teléfono:	N/A
Celular:	979758261	RUC:	N/A
E-mail:	maria.campogomez@hotmail.com	Tipo de Análisis:	Físico-Químico-Microbiológico
Muestra:	Agua de Consumo	AM 097A - TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMESTICO	
Tipo muestreo:	Simple		
Lugar muestreo:	km 22 vía a al costa lotizacion las tecas		
Act.	00		

Parámetro de análisis	Método	Unidad	Cant./ Muestra	Tipo/ envase	Cant.	TOTAL
Aceites y Grasas <small>ACREDITADO</small>	DP.PEE.AG.11 Standard Methods 5520 D	mg/L	1000 mL	V(A)(D)	2	624,00
(3) Cobre	APHA 3120 B	mg/L	100 mL	P-TP (H+)	2	
(3) Coliformes Fecales NMP	APHA 9223 B	NMP/100mL	100 mL	E E	2	
(1) Color Real	DP.PEE.AG.30 S.M 212 C C	UNID PtCo	1000 mL	P-V (D)	2	
(3) Demanda Bioquímica de Oxígeno <small>ACREDITADO</small>	DP.PEE.AG.27 S.M 5210B	mg O ₂ /L	1000 mL	P-V (D)	2	
Demanda Química de Oxígeno <small>ACREDITADO</small>	DP.PEE.AG.09 HACH 8000	mg O ₂ /L	100 mL	P(A)-V(A) (H*)	2	
Hidrocarburos Totales de Petróleo - TPH <small>ACREDITADO</small>	DP.PEE.AG.17 S.M. 5520 S	mg/L	2000 mL	V(A)(D)	2	
Nitratos <small>ACREDITADO</small>	DP.PEE.AG.16 S.M.4500-NO3 E	mg/L	250 mL	P-V	2	
Nitritos <small>ACREDITADO</small>	DP.PEE.AG.20 HACH 8507	mg/L	250 mL	P-V	2	
(3) Plomo	APHA 3120 B	mg/L	50 mL	P-TP (H+)	2	
Potencial de Hidrógeno <small>ACREDITADO</small>	DP.PEE.AG.06 S.M. 4500-H+ B	Unid. pH	50 mL	P (D)	2	
Turbidez <small>ACREDITADO</small>	DP.PEE.AG.28 S.M. 2130 B	NTU	100 mL	P-V (D)	2	
(1) Muestreo Simple	DPP.7.3	****	****	****	2	
(2) Digestión de metales					2	

ENTREGA DE INFORME PRELIMINAR DE RESULTADOS	VALOR BRUTO	624,00
Entregado en 8 días laborables después de haberse realizado muestreo o recibida la muestra y 15 días en el caso de subcontratar.	DESCUENTO	31,20
Si se requiere análisis de pesticidas organoclorados, organofosforados y carbamatos el tiempo de entrega de éstos resultados es de 22 días laborables.	BASE 0%	0,00
	BASE 12%	592,80
	IVA 12%	71,14
	TOTAL, USD	663,94

Laboratorio de ensayo Acreditado por el SAE con acreditación Nº SAE LEN 13-003

(1) Parámetro no incluido en el alcance de acreditación del SAE.

(2) Parámetro Subcontratado NO ACREDITADO.

(3) Parámetro Subcontratado Acreditado.

* Se reportan tanto en análisis cualitativo y cuantitativo.

OBSERVACIONES
El cliente tendrá 5 días laborables para la revisión del Informe Preliminar, si no se recibe respuesta dentro del plazo, quedará implícito la Aprobación del informe final sin ninguna corrección.
Si se requiere la realización de pruebas PCR para COVID-19, se considerará como un costo adicional.
En caso de que el cliente requiera la declaración de conformidad indicar SI ___ o NO ___ según sea el caso:

Anexo 2.-Factura del análisis fisicoquímico y microbiológico en Laboratorios Lazo S.A



AGENTE DE RETENCION RES. NAC -DNCRAS C20-00000001

LABORATORIO LAZO LABLAZO C LTDA

Dir. Matriz: KM 4 1/2 VIA DURAN TAMBO, PLAZA INDUSTRIAL
SAI BABA LOCAL 36 , LOT FERIAS

Teléfonos: 043123003 043123004

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

R.U.C.: 0992797053001

FACTURA

No. 002-001-000008173

NUMERO DE AUTORIZACION:

1301202301099279705300120020010000081731234567816

Fecha y hora de Autorizado: 2023-01-13T15:57:03-05:00

Autorizado:

AMBIENTE PRODUCCION

EMISION NORMAL

CLAVE DE ACCESO



1301202301099279705300120020010000081731234567816

Razón Social / Nombres y Apellidos: MERA VINCES RONNY GLEN

Dirección: VIA A LA COSTA KM22 LOT LAS TECAS

RUC / CI: 0932397466

Fecha Emisión: 13-ene.-2023

Teléfonos: 0967660488

FORMA DE PAGO

	Valor	Plazo	Tiempo
SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	253.12	0.00	días

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1.00	AGUA POTABLE Análisis Físico-Químico y Microbiológico	226.000000	226.00

Información Adicional:
Cotización: 2714
Se recibe muestras 12/01/20200243 , Orden
EFECTIVO \$253.12
Enviar Retenciones al correo administracion@laboratoriolazo.com

SUBTOTAL	12 %	226.00
SUBTOTAL 0%		0.00
SUBTOTAL no sujeta de IVA		0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS		226.00
ICE		0.00
IVA	12 %	27.12
PROPINA		0
VALOR TOTAL		253.12

Anexo 3.- Visita de campo para el estudio parte de la cisterna



Anexo 4.- Visita de campo para el estudio parte del tanque



Anexo 5.- Visita en la hacienda



Anexo 6.- Visita en la hacienda parte de los cultivos



Anexo 7.- Tanquero en el Canal de agua Guayaquil-Santa Elena

