

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Efecto de un filtro a base de carbón activado granular de caña de azúcar (saccharum officinarum) sobre la calidad del agua potable en el centro poblado de Casha, Huánuco-2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL

AUTORA: Chacón Cercedo, Jacqueline Sarahi

ASESOR: Cámara Llanos, Frank Erick

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70972147

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44287920

Grado/Título: Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria

Código ORCID: 0000-0001-9180-7405

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cajahuanca Torres, Raul	Maestro en gestión pública	22511841	0000-0002-5671-1907
2	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofia	Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 09:00 horas del día 14 del mes de marzo del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Raul Cajahuanca Torres (Presidente)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 0442-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DE UN FILTRO A BASE DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE CASHA, HUÁNUCO - 2022"**, presentado por el (la) Bach. **CHACON CERCEDO, JACQUELINE SARAHÍ**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADA Por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de SUFICIENTE. (Art. 47)

Siendo las 10:00 horas del día 14 del mes de Marzo del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Raul Cajahuanca Torres
DNI: 22511841
ORCID: 0000-0002-5671-1907
Presidente


Mg. Milton Edwin Morales Aquino
DNI: 44342697
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Secretario


Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel
DNI: 43616954
ORCID: 0000-0002-7194-3714
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: JACQUELINE SARAHI CHACON CERCEDO, de la investigación titulada “Efecto de un filtro a base de carbón activado granular de caña de azúcar (Saccharum officinarum) sobre la calidad del agua potable en el Centro Poblado de Casha, Huánuco-2022”, con asesor Frank Erick Cámara Llanos, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1352-2021-D-FI-UDH P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 17 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 16 de agosto de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

5. CHACÓN CERCEDO, JACQUELINE SARAHI.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	3%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	investigacion.cloududh.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Con admiración y justo orgullo dedico este esfuerzo a mis padres Gianfranco Chacon Inocente y Mariluz Cercedo Albino por su apoyo incondicional.
A mi hermano Diego Chacon Cercedo por ser mi fortaleza y compañía en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar; agradezco a Dios por ser nuestro creador y ayudarme a cumplir esta gran meta anhelada.

Agradezco a la casa de estudio Universidad de Huánuco que me permitió formarme en ella, en la que me brindaron conocimientos con lo que puedo lograr ser una buena profesional.

De igual manera a mi asesor de tesis Ing. Frank Cámara que me brindó constantemente su apoyo en el cumplimiento de la investigación.

A mis jurados y todos mis maestros que a lo largo de mi estudio aportaron sus conocimientos invaluable, sugerencias y sobre todo su gran paciencia para lograr que este trabajo llegue a su fin.

A los compañeros con las que compartimos buenos momentos, y lo más importante por brindarme su amistad.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	14
1.3. OBJETIVOS.....	14
1.2.3. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.2.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6.1 VIABILIDAD AMBIENTAL	16
1.6.2 VIABILIDAD OPERATIVA	17
1.6.3 VIABILIDAD TÉCNICA.....	17
1.6.4 VIABILIDAD SOCIAL.....	17
1.6.5 VIABILIDAD ECONÓMICA.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS.....	24

2.2.1. FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO	24
2.2.2. ACTIVACIÓN DE CARBÓN	29
2.2.3. CALIDAD DE AGUA POTABLE	31
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	37
2.4. HIPÓTESIS	38
2.5. VARIABLES	38
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	38
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	38
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	39
CAPÍTULO III	40
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
3.1.1. ENFOQUE	40
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	40
3.1.3. DISEÑO	40
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	41
3.2.1. POBLACIÓN	41
3.2.2. MUESTRA	41
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	41
3.3.2. PARA EL PROCEDIMIENTO DE DATOS	42
3.3.3. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	45
3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	45
CAPÍTULO	46
IV RESULTADOS	46
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	46
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS	57
CAPÍTULO V	59
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	59
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límite máximo permisible en parámetros microbiológico y parasitológico.....	36
Tabla 2 Características de los diferentes filtros	41
Tabla 3 Parámetros fisicoquímicos en el filtro 1.....	46
Tabla 4 Parámetros fisicoquímicos en el filtro 2.....	47
Tabla 5 Parámetros fisicoquímicos en el filtro 3.....	48
Tabla 6 Parámetros microbiológicos en el filtro 1	51
Tabla 7 Parámetros microbiológicos en el filtro 2	52
Tabla 8 Parámetros microbiológicos en el filtro 3	53
Tabla 9 Prueba de normalidad	56
Tabla 10 Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	57
Tabla 11 Resumen de la efectividad de cada filtro para cada parámetro operacional	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Forma física del carbón activado	26
Figura 2 Explicación del funcionamiento del carbón activado	29
Figura 3 Diseño de investigación	41
Figura 4 Desarrollo del filtro de carbón activado granular	43
Figura 5 Diseño del filtro con carbón activado con caña de azúcar	44
Figura 6 Tipo de filtro respecto a los LMP turbiedad	49
Figura 7 Tipo de filtro respecto a los LMP pH	49
Figura 8 Tipo de filtro respecto a los LMP conductividad	50
Figura 9 Tipo de filtro respecto a los LMP solidos disueltos totales	50
Figura 10 Tipo de filtro respecto a los LMP del parámetro coliformes totales	54
Figura 11 Tipo de filtro respecto a los LMP del parámetro coliformes termo tolerantes	54
Figura 12 Tipo de filtro respecto a los LMP del parámetro bacterias heterotróficas	55

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Construcción de los biofiltros	83
Fotografía 2 Prueba inicial de los biofiltros	83
Fotografía 3 Diseño de desfogue de los biofiltros	84
Fotografía 4 Tanque con contenido pre experimental del agua	84
Fotografía 5 Ubicación de 3 biofiltros	85
Fotografía 6 Secado de la materia prima para elaboración del carbón	85
Fotografía 7 Elaboración del carbón de caña de azúcar	86
Fotografía 8 Carbón de caña de azúcar	86
Fotografía 9 Armado de los biofiltros.....	87
Fotografía 10 Inspección por el asesor	87

RESUMEN

Con el fin de mejorar la calidad de agua potable del centro poblado de Casha – Huánuco, se dispuso a probar la eficacia de 3 filtros, con las siguientes características: filtro 1 (1.5 kg de carbón activado granular de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)); filtro 2 (sin carbón activado) y filtro 3 (1 kg de carbón activado granular de caña de azúcar donde se tiene el siguiente objetivo: Evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua antes y después del uso del filtro de carbón activado granular de caña de azúcar.

Como resultado se obtuvo lo siguiente: Las características iniciales del agua demostraron que no es apto para consumo humano del centro poblado de Casha, debido a la turbiedad sus valores de 21.33 UNT, coliformes totales con un valor 998.33 UFC/100ml, coliformes termo tolerantes con valores de 887.67 UNT/100ml; bacterias heterotróficas con un valor de 292 UFC/100ml no cumplen con lo establecido según los LMP para cada parámetro operacional. Por medio de la comprobación de Pruebas Estadísticas como T – Student, Rangos de U de Mann – Whitney y Kruskal Wallis se demostraron que de los 7 parámetros operacionales evaluados (turbiedad, pH, coliformes totales, coliformes termo tolerantes y bacterias heterotróficas) el filtro 1 influyó positivamente en la turbiedad, pH, coliformes totales, coliformes termo tolerantes y bacterias heterotróficas, puesto que el resultado del P valor es menor al nivel de significancia de 0.05 al indicar que se acepta la Hipótesis Alternativa y rechazando la Hipótesis Nula, de esta manera obtuvo un 71% de eficacia. Así mismo las pruebas estadísticas indicaron que el filtro 3 también influye favorablemente en los parámetros turbiedad, coliformes totales, coliformes termo tolerantes y bacterias heterotróficas, logrando un 56.8% de efectividad, por otro lado; el filtro 2 solo obtuvo una influencia favorable en los parámetros turbiedad y pH obteniendo solo un 28.4% de efectividad.

Palabras clave: Agua potable, carbón, parámetros de calidad, filtro y adsorción.

ABSTRACT

In order to improve the quality of drinking water in the town of Casha – Huánuco, it was set out to test the effectiveness of 3 filters, with the following characteristics: filter 1 (1.5 kg of granular activated carbon of sugarcane (*Saccharum officinarum*)); filter 2 (without activated carbon) and filter 3 (1 kg of granular activated carbon from sugarcane where the following objective was formulated: Evaluate the physicochemical parameters of water before and after the use of the granular activated carbon filter of sugarcane.

As a result, the following was obtained: The initial characteristics of the water showed that it is not suitable for human consumption in the population center of Casha, due to turbidity with a value of 21.33 UNT, total coliforms with a value of 998.33 CFU/100ml, thermo-tolerant coliforms with a value of 887.67 UNT/100ml and heterotrophic bacteria with a value of 292 CFU/100ml do not comply with the provisions according to the LMP for each operational parameter. Through the application of Statistical Tests such as T – Student, Mann-Whitney U Ranges and Krustal Wallis it was demonstrated that of the 7 operational parameters evaluated (turbidity, pH, total coliforms, thermo-tolerant coliforms and heterotrophic bacteria) filter 1 positively influenced turbidity, pH, total coliforms, thermo-tolerant coliforms and heterotrophic bacteria, since the result of the P value is lower than the significance level of 0.05 by indicating that the Alternative Hypothesis is accepted and rejecting the Null Hypothesis, in this way it obtained a 71% efficiency. Likewise, statistical tests indicated that filter 3 also favorably influences the parameters turbidity, total coliforms, thermo-tolerant coliforms and heterotrophic bacteria, achieving 56.8% effectiveness, on the other hand; filter 2 only obtained a favorable influence on the turbidity and pH parameters obtaining only 28.4% effectiveness.

Keywords: Drinking water, coal, quality parameters, filter and adsorption.

INTRODUCCIÓN

El agua de confianza y de fácil acceso se hace imprescindible en la salud pública, sea que sea usada para beberla, en el hogar, para la alimentación o para el uso de recreación. Mejorar los suministros del agua, el saneamiento y el manejo de estos recursos pueden dar impulsos al desarrollo económico en los países con ello contribuir significativamente para reducir la pobreza.

La calidad y la cantidad del agua tiene la misma importancia, la mala calidad de este recurso a causa de los contaminantes y la escasa adecuada gestión de saneamiento lo que afectan de manera negativa al medioambiente al igual que en la salud de las personas.

Después del proceso de tratamiento, el agua de uso doméstico debe ser higiénicamente apta y biológicamente estable en la red de distribución, por lo que debe recorrer todo el recorrido desde la etapa de recolección hasta el grifo del consumidor. análisis El agua potable es agua que no contiene alguna sustancia, microorganismos o parásito y tales cantidades o concentraciones que puedan dar señales peligrosas hacia la salud de los pobladores; y el cumplimiento de los requerimientos de parámetros microbiológicos, físico-químicos e indicadores de la calidad.

Sin embargo, en el centro poblado de Casha de la región Huánuco a través de un análisis agua de una muestra inicial, se tomó conocimiento de que ésta presenta una cierta cantidad de coliformes que sobrepasan los LMP, por lo tanto en este ensayo, se plantea la problemática general con un enfoque en el uso de un filtro a base de carbón activado granular de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para conocer sus efectos en la calidad de agua en cuanto a sus cualidades fisicoquímicas y microbiológicas.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, tres de cada diez personas no tienen el acceso a agua potable limpia y seis de diez personas no acceden al servicio de saneamiento seguro. La falta de agua potable perjudica a la salud, la educación, la producción de la economía e incrementa la cantidad de enfermedades en todo el mundo. En el 2010 (28 de julio), la Asamblea General de la ONU, hizo un reconocimiento del agua como un derecho universal y afirmó que acceder a este recurso y al sistema de saneamiento es imprescindible para que se cumplan cada uno los derechos humanos. La disponibilidad de agua potable en el hogar y su tratamiento adecuado son importantes para que se desarrolle la vida. Además, en 2015, un 12 % de la población del mundo no tenía accesos a agua potable. Lo que resulta de la falta de agua potable son mortales, ya que cada día siguen muriendo aproximadamente mil niños por enfermedades que se relacionan a los escasos de higiene y calidad del agua. (García, 2019).

La accesibilidad al agua potable es un problema de suma importancia en la salud y desarrollo de las naciones, regiones y localidades. En diversas áreas, se ha demostrado que invertir en los sistemas que abastecen de agua y saneamiento suelen ser económicamente viables, porque la reducción de las afectaciones adversos en la salud con ello reducir el costo de atención de la salud que están sobre los costos asociados con las intervenciones (OMS, 2006).

Perú es un país muy vulnerable a los cambios del clima, y de los mayores efectos es la escasez de agua. Lo se suma al problema de calidad del agua lo cual constantemente está enfrentado el país, obliga al país a plantearse varios desafíos. porque este recurso es un elemento natural necesario e insustituible en la estructura de los ecosistemas para los seres vivos. Si no se toman decisiones importantes al respecto, se seguirá enfrentando graves problemas a la salud humana, la sostenibilidad alimentaria, pérdidas de

ecosistemas y que se mantenga el desarrollo económico (Aquino, 2017, p. 14).

En Huánuco solo un 73.1 % de la población puede acceder al agua potable proveniente de una red pública dentro o fuera de su vivienda, en tanto lo que se cubre con el sistema de alcantarillado por red pública es un 43.8 %. El agua es de gran necesidad humana. Por cada poblador es necesario mínimo 20-50 litros de agua potable segura y limpia por día, para bebida, cocinar y solo sea para mantener la limpieza. Las comunidades sin recursos hídricos suelen ser pobres en economía y sus pobladores están encerrados en el círculo vicioso de pobreza. Cada persona asume el costo de distribuir el agua a sus hogares o comunidades. (INEI, 2020).

Los costos en efectivo son comunes. Algunas personas pagan al municipio o una empresa privada para llevar agua a sus casas. Otros sin esa infraestructura pagan sus costos de agua de otras maneras comprando agua de manantiales comunitarios, estaciones de agua, instalaciones de almacenamiento de agua embotellada y otra fuente. Los costos basados en el tiempo afectan a los pobladores con recursos económicos limitados, lo que constantemente quitan tiempo de sus tareas diarias para encaminarse hacia la fuente con ello obtener agua limpia (INEI, 2020).

La calidad de agua potable de la localidad de Casha, del Distrito de Santa María del Valle no cumple con los parámetros que se establecen en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano DS N° 031-2010-SA; puesto que la presencia de coliformes está fuera de lo establecido según lo que informa el Centro de Salud Santa María del Valle en los monitoreos realizados que conlleva a problemas en la salud pública y de saneamiento.

Descrito el problema existente de la calidad de agua, la evaluación del análisis físico, química y microbiológica proporcionará una metodología cooperativa. Ayudando a conocer nuevas prácticas de gestión del agua para proteger y restaurar la calidad del recurso agua que se destinan a la potabilización, para cubrir la necesidad y demandas actuales de la población dando mejoras a la condición de vida y salubridad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es el efecto del filtro con carbón activado granular de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) sobre la calidad de agua potable en el Centro Poblado de Casha, Huánuco?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua antes y después del uso del filtro de carbón activado granular de caña de azúcar de agua potable del Centro Poblado de Casha?
- ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos del agua antes y después del uso del filtro de carbón activado granular de caña de azúcar de agua potable del Centro Poblado de Casha?

1.3. OBJETIVOS

1.2.3. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto del filtro con carbón activado granular de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) sobre la calidad del agua potable en el Centro Poblado de Casha, Huánuco.

1.2.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua antes y después del uso del filtro de carbón activado granular de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).
- Evaluar los parámetros microbiológicos del agua antes y después del uso del filtro de carbón activado granular de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).
- Diseñar filtros a partir de la obtención de carbón activado de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo social de las comunidades incrementa cuando se les presta atención en solucionar las necesidades básicas como contar con un

servicio de agua para consumo humano de calidad. El objetivo de la presente investigación está basado en: determinar el efecto del carbón activado granular de la caña de azúcar para mejorar la calidad de agua potable, contribuyendo de manera teórica, metodológica y práctica en hacer uso sustentable el recurso agua que es vital. Por ello:

- La investigación insta en ampliar los conocimientos mediante la comprobación de las hipótesis planteadas. Es decir, se sustenta en fundamentos verídicos relacionados a los beneficios del uso de carbón activado y darle un nuevo provecho al residuo sólido orgánico (Cruz, y otros, 2016). Además, este estudio podrá ser referido como antecedente a otro tipo de investigaciones que profundicen en el tema o analicen una situación particular.
- Se recurrió al procedimiento de activación del carbón que diversas investigaciones desplegaron durante la experimentación; características como tiempo de contacto, temperatura y grado de concentración de carbono difiriendo por la situación particular del experimento (Silupú, y otros, 2017). Con esto, se buscó averiguar la efectividad del filtro de carbón granular de caña de azúcar sobre el agua, garantizando que este último elemento sea modificado de modo que no sea perjudicial para el ser humano.
- El agua potable surtida para la población de Huánuco se ha visto perjudicada por diversas situaciones. Las acciones deficientes, la falta de un sistema especial para tratar el agua y la presencia de irregularidades en el alcantarillado generados durante un proyecto que mejore el sistema de agua potable fueron identificadas por La Defensoría del Pueblo (International Ombudsman Institute, 2019). Además, se evaluó en declarar en emergencia ambiental por la alta presencia de hidrocarburos que afectan el agua potable (Mesa de Concertación, 2020). Esto revela un problema latente que requiere de soluciones prácticas y sustentables.
- Es posible obtener agua potable en cumplimiento con los parámetros

de calidad siempre en cuando los sistemas de distribución estén en condiciones óptimas y ser distribuida en la población. Con esta investigación se buscó aportar una técnica que mejorará la calidad del agua de manera simple, haciendo uso de filtros con carbón activado.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En vista de que esta investigación es de campo y experimental, los recursos económicos presentaron un impedimento para la realización de las pruebas o el mismo recojo de muestras. Sin embargo, se contó con soporte de personal de la zona para el recojo de muestras y disponibilidad de un laboratorio cerca al lugar de extracción de muestras.

- La investigación no genera limitaciones de tiempo importantes porque se planifica adecuadamente para que las actividades sigan un cronograma fijo y pueda completar dentro de los periodos especificados para cada etapa.
- Los costos asociados con la fase de implementación del proyecto de investigación, las restricciones financieras generalmente fueron asociados con la transferencia y el día a día para la implementación del objeto de investigación.
- La investigación no muestra la limitación del conocimiento, debido a que la mejora de la calidad del agua es de interés internacional, que ha sido abordado en diversos estudios debido a lo importante que es para la salud humana.
- El trabajo de investigación no está limitado por restricciones regionales, considerando la accesibilidad del lugar de trabajo de investigación, donde es posible recolectar las muestras necesarias para lograr los objetivos establecidos.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Los criterios desarrollados en la viabilidad de la presente investigación son los siguientes:

1.6.1 VIABILIDAD AMBIENTAL

El desgaste de la calidad del agua repercute en el suelo, aire y

seres humanos; ejecutar una técnica de rehabilitación dará una opción de solución a esos problemas ambientales. Además, permite el reaprovechamiento de un subproducto o desecho de otro proceso de producción que emplea caña de azúcar.

1.6.2 VIABILIDAD OPERATIVA

La investigación se muestra viable operativamente. Las propiedades del filtro de carbón activado granular a partir de caña de azúcar mejorarían la calidad del agua potable para consumo humano, propuesta que sería respaldada por la directiva de cualquier sistema de tratamiento de agua, así como también por los operarios que se encargan del área.

1.6.3 VIABILIDAD TÉCNICA

La activación del carbón derivado de la caña de azúcar representa un procedimiento técnico viable puesto que se cuenta con docentes de universidad especializados en el área de estudio para el asesoramiento correspondiente, materiales especializados e información proveniente de fuentes confiables.

1.6.4 VIABILIDAD SOCIAL

Para el desarrollo de la investigación se debe primar la consideración a los pobladores y demás personas vinculadas con el área de estudio, sin causarles daño y brindándole la información necesaria del estudio, siendo beneficio de manera directa o indirecta.

1.6.5 VIABILIDAD ECONÓMICA

La investigación es viable económicamente, en todo el desarrollo de la investigación ya que se cuenta con los recursos económicos y financieros asumidos por la investigadora.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Rosero y Guachi (2019) en su tesis: *“Obtención de carbón mediante Carbonización Hidrotermal utilizando bagazo de caña”*, en la Universidad Central del Ecuador. Tuvo como objetivo; obtener el carbón por medio de carbonización hidrotermal de bagazo de caña usando el reactor prototipo y caracterización fisicoquímicas del mismo. En la metodología, el bagazo de caña se juntó con la mezcla de agua y acetato de butilo como solvente introduciéndolo en el reactor que se diseñó y construyó para el proceso; se hizo un cierre hermético y calentado en un periodo determinado alcanzando las temperaturas optimas (200 y 250°C). Se hizo la reacción de carbonización hidrotermal con variación del tamaño de las partículas (con mallas de 35 y 60) y la masa (10, 15 y 20 g) el bagazo de caña, con temperatura en el reactor y periodo de residencia (4 y 12 h). Al finalizar la reacción fue enfriado el reactor separando el carbón de la solución por medio de la filtración. Se hizo el lavado del carbón con agua destilada eliminando sustancias solubles para llevarlo a una estufa obteniendo el carbón seco en su totalidad. Los resultados demuestran que las condiciones más aptas para el proceso fue 250°C, 20 g de bagazo en 12h y el área superficial del carbón que se obtuvo fue baja de 16,44m²/g, concluyendo que, por medio de carbonización hidrotermal del bagazo de caña, usando el reactor prototipo las características hicieron posible la reacción que se deseó, requiriendo de ciertas modificaciones del reactor con ello mejorar las propiedades del carbón.

Bravo & Garzón (2017), en su tesis: *“Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial de coco para remoción de contaminantes en agua”* de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". cuyo objetivo fue evaluar la eficiencia del carbón activado procedente de los residuos

agroindustriales de coco para la remoción de contaminantes en agua. La metodología consistió en el uso de la cascara de coco, en la elaboración de carbón activado fue por medio de la activación física con temperatura de 70 0°C por hora. Los resultados para carbón activado fueron 823,5 gr, de los cuales se usaron 525gr en cada unidad experimental. Se tuvo un diseño aleatorio completamente usando 3 tratamientos y 3 repeticiones con 100gr, 50gr y 25gr del carbón activado, se filtró 1L de agua sintética de 1gr de suelo limoso y 0,0025gr de cloro, se elaboró nueve filtros para cada unidad experimental. Efectuando análisis fisicoquímicos al agua: sólidos suspendidos, turbidez, color, pH y cloro libre residual. La remoción resultante de cada parámetro que se evaluó se procesó en el software estadístico InfoStat v2016, realizando análisis de varianza y la prueba de Tukey. Dando datos para: cloro libre residual y sólidos suspendidos diferencias significativas, diferentes al pH; pero, la turbidez y color presentaron diferencias y similitudes significativas en cada tratamiento, proyectándose al tratamiento tres con 100gr de carbón activado teniendo mayor eficiencia (75,68 %) para remover los contaminantes del agua. Concluyendo que la factibilidad económica de los tratamientos con mayor eficiencia por medio del método de costo de producción; se estableció en un precio de \$23,26 dólares por cada tratamiento, incluyendo la preparación del filtro y elaborar el carbón activado.

García & Granillo (2017), en su tesis: *“Evaluación de las condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo de cascara de naranja valencia (Citrus Sinensis Linn Osbeck)”*, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Cuyo objetivo fue evaluar la condición operacional del proceso de elaboración de carbón activo de cascara de naranja con tratamientos químicos. En el desarrollo de la metodología la activación del carbón fue por medio del proceso químico activándolo con ácido fosfórico (H₃PO₄) se varió la concentración del ácido. Para el cálculo se usó la normalizada de ASTM y ANSI/AWWA de parámetros fisicoquímicos como: área

superficial, número de yodo, porosimetría y capacidad de adsorción. Los resultados; periodo de carbonización de tres horas, temperatura de carbonización a 450°C y H₃PO₄ al 26%; lo que correspondió al carbón activo cuatro, con un área superficial correspondiente al 647m²/g con capacidad de adsorción igual a 95mg/g. Por lo que se concluye que los carbones elaborados de cáscara de naranja valencia presentan poros con característica de adsorción con capacidad de adsorber moléculas de tamaño medio como son olores y colores. Con ello se proyecta el aumento de las condiciones económicas y productivas de pymes y microempresas brindándoles valores agregados a los residuos orgánicos que provienen de los procesos.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Infante (2018) en su tesis: *“Carbón activo granular, en la mejora de la calidad del agua potable”*, Universidad Privada del Norte. Tuvo como objetivo determinar el efecto del carbón activo granular, para mejorar de la calidad del agua potable. En la metodología se construyeron filtros con carbón activo y otros materiales, agregando capas de: 0.25m de grava con ¾” de diámetro, 0.10m de gravilla de malla N°04 y una capa de 0.30m de carbón activo con una granulometría de 12x40. Los resultados muestran para; turbidez reduce hasta un 2.54 %, respecto a la muestra patrón (afluente); color verdadero se muestran valores inferiores al límite cuantificable del método de laboratorio que se estableció; pH a 25°C aumentando hasta 159.58 % en una semana, siendo más alcalino o básico, no llegó al valor neutro 7; Coliformes totales el filtro actúa de manera efectiva reduciendo el valor de 100 % hasta 29.11% en una semana de la captación 1, 30.30 % en semana 2 en la captación 3 y 0 % en la semana final se obtuvo agua libre de Coliformes totales; Coliformes termotolerantes actuó de manera efectiva reduciendo de 100 % a 0 % en cada muestra obtenida, teniendo agua libre de Coliformes totales y Coliformes termotolerantes. Concluyendo que se pudo obtener un agua apta para el consumo humano cinco parámetros de control obligatorio (PCO) que se analizaron en la investigación, puesto que el resultado

que se obtuvo se muestra dentro de lo rango del valor máximos permisibles.

Santillán (2020) en su tesis: *“Eficiencia del carbón activado obtenido del endocarpo de coco (Cocos nucifera), para la reducción de color y turbiedad en el agua de escorrentía del sector San Lorenzo – Moyobamba”*, en la Universidad Nacional de San Martín. Cuyo objetivo fue determinar la eficiencia del carbón activado de “coco” en la reducción de turbiedad y color del agua de escorrentía para dar mejoras a la calidad de agua. En la metodología se elaboraron carbón activado carbonizado de 700°C en 30 minutos, cuyo agente activante fue ácido fosfórico (H₃PO₄) en concentración de 85 %, con lo que se obtuvo un total de 637g de carbón activado, usando 525g para los tratamientos, en un diseño experimental completamente al azar, que constó de 3 tratamientos (100g, 50g y 25g) y un testigo, con tres repeticiones de cada tratamiento donde filtrando 1L de agua de la captación del tratamiento, después de las pruebas de los parámetros los resultados muestran que al determinar se obtuvo mejor eficiencia en el tratamiento 3(T3) cuya eficiencia de reducción en color y turbiedad fue 97.56 % y 97.11 % de manera respectiva, después se instaló el filtro de carbón activado in situ en la que igualmente que en laboratorio se concluyó que la eficiencia del producto en la reducción de las unidades de turbiedad y color del agua, lograron obtener valores dentro de los límites máximos permisibles.

Ruiz & Orbegoso (2019) en su tesis: *“Eficiencia del carbón activado obtenido a partir del endocarpo de “coco” (Cocos nucifera) y semilla de “aguaje” (Mauritia flexuosa), en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas en el distrito”* en la Universidad Nacional de San Martín. Como objetivo se tuvo determinar la eficiencia de los carbones activos elaborados a partir de endocarpio de “coco” y semilla de “aguaje” para remover DBO5 de aguas residuales domésticas. Para la metodología se prepararon carbones activados a diferentes temperaturas de carbonización (500°C 600°C 700°C) para cada materia prima utilizada, se utilizó como activador ácido fosfórico

(H₃PO₄) con una concentración de 85 °C y un tiempo de carbonización de 30 minutos. De acuerdo a los resultados se encontró que la eficiencia de remoción de endocarpio de “coco” fue de 97,690.00% y 97.69%, y la eficiencia de remoción de aguaje “semilla” fue de 100.00, 77% y 95.38%. a las temperaturas indicadas, alcanzando la mayor eficiencia con una temperatura de carbonización de carbón activado de endocarpio de “coco” de 600 °C, de igual forma con una temperatura de carbonización activa de semillas de “aguaje” de 500 °C, concluyendo que al comparar el valor BHT5 con semillas activadas, los valores se encontraron dentro de los límites máximos permitidos.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Calderón (2019) en su investigación: *“Remoción de arsénico mediante la utilización del biofiltro de carbón activado a base de cáscara de manzana para el tratamiento de aguas subterráneas empleadas para el consumo humano de la comunidad campesina San Marcos de la Aguada”*. Tuvo como objetivo la remoción de arsénico por medio de la utilización del biofiltro de carbón activado de cáscara de manzana para el tratamiento de las aguas subterráneas. La metodología utilizó la prueba estadística T-Student de varianzas relacionadas, que consiste en un análisis antes y después de la aplicación del método. La investigación se basa en un enfoque cuantitativo con un alcance explicativo y un diseño experimental. La muestra de agua se tomó de un pozo subterráneo en la comunidad rural de San Marcos de La Aguada escogida para el estudio. Se desarrollaron cuatro Biofiltros diferentes para eliminar el arsénico, de los cuales 3 Biofiltros diferían en la cantidad de carbón activo a base de cáscara de manzana y diferentes líquidos acuosos; el cuarto Biofiltro era solo grava y arena (blanco). Después de utilizar los biofiltros, los resultados de concentración de arsénico se mantuvieron por debajo de 0,01 mg/L, que era el límite máximo del Reglamento de Calidad de los Alimentos (DS). N° 031 – 2010 – SA. En general, los resultados obtenidos en el laboratorio muestran que los biofiltros son efectivos en la remoción de arsénico, pero el biofiltro B2 mostró una efectividad

significativa en la remoción de arsénico. La concentración de arsénico en comparada con otros biofiltros, ya que la prueba estadística se desarrolla a un nivel de significación de 0,046, siendo $\alpha = 0,05$ menor, aceptando la hipótesis alternativa. Para mayor eficiencia del biofiltro el caudal medio tiene que ser de 0,001 l/min.

Gutiérrez (2019) en su tesis: *“Propuesta de un filtro purificador con material seleccionado para el tratamiento del agua destinada al uso doméstico en la localidad de Tomayquichua”* en la Universidad de Huánuco – Huánuco. Tuvo por objetivo mejorar el tratamiento de agua que se destina para el uso doméstico mediante la propuesta de un filtro purificador. Metodología: El estudio fue de tipo experimental no probabilístico con enfoques cuantitativos. Para mejorar la calidad del agua de la ciudad de Tomayquichua se propone un filtro de limpieza con material seleccionado. Resultados: Posterior al día 25 de la medición, se observó que la CE, la turbidez, el color, el pH comenzaron a estabilizarse, pero también el número total de bacterias coliformes heterótrofas y termotolerantes se mantuvo dentro de los parámetros establecidos por el MINSA. Conclusión: Se logró mejorar la potabilización del agua de uso doméstico ofreciendo un filtro potabilizador con un material seleccionado, pues los experimentos y pruebas realizadas fueron favorables que lograron ubicarse dentro de las normas y/o estándares sin problemas. Lo determina la Dirección Regional de Salud (DIRESA), en cuyo caso el agua filtrada se clasifica como Apta.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO CARBÓN ACTIVADO

Peña *et al.* (2012) definen al carbón activado como El adsorbente con mayor versatilidad y ampliamente utilizado por su gran superficie y cantidad de poros, capacidad amplia en adsorción, cinética eficaz y regeneración de modo relativo simple. Es un grupo de materia hechos por reacciones de los materiales carbonizados con gas de oxígeno o por carbonización de lignocelulosa, material saturado con productos químicos de secado.

Navarro y Vargas (2010) especifican que el carbón activado por lo general describe las familias de cada material de carbono con gran número de poros no pudiendo caracterizarse mediante fórmulas estructurales o análisis químicos. Estos poros son pequeñas cavidades de las partículas de carbono, cuyas paredes internas contienen sustancias moleculares contenidas en los líquidos que circulan las partículas. De tal manera, funciona como una red molecular altamente específica capaz de distinguir especies moleculares bien definidas.

Y los alcances de Luna *et al.* (2007), el carbón activado se le conoce un elemento de carbono poroso hecho de materia prima de carbono con la adición de gases y, a veces, productos químicos (p. ej., ácido fosfórico, cloruros de zinc, KOH) en el proceso de la carbonización de inicio a fin con lo que se incrementa los poros.

Groso (1997) hace una mención mucho más extensa sobre el carbón activado definiéndolo como un compuesto con poros que captura elementos entre ellos gases o líquidos orgánicos. Haciéndolo con tanta eficacia siendo el agente de limpieza más usado por las personas. Dichos compuestos orgánicos se originan a partir de metabolización de las criaturas vivas y sus estructuras básicas las que consisten en cadenas de átomos con hidrogeno y carbono. Pueden encontrarse todo los que derivan del reino vegetal y animal, incluido el hidrocarburo y sus derivados. La propiedad de un sólido de unir moléculas que fluyen a sus paredes se le conoce como "adsorción". Al

sólido se conoce "adsorbente" y una molécula se llama "adsorbente". Posterior a la filtración, que tiene como objetivo la retención de los sólidos en el líquido, no hay proceso para purificarlos que tenga mayores aplicaciones del carbón activado.

- **Estructura del carbón activo**

Luna et al. (2007) establece que la composición del carbón activado consiste en capas de carbón irregulares con vacíos que forman porosidad (Fig. 1). Esta disposición aleatoria de cada capa y la relación de cruce entre ellas impide que se organice de la estructura en grafito (Fig. 2) incluso durante el tratamiento térmico a 3000 °C. Tal propiedad del carbón activado ayuda a su propiedad primordial, una estructura con poros interno que está muy desarrollado y a su vez, el acceso a para el proceso de la adsorción.

La parte superficial específica y cada dimensión de la porosidad van depender del material de partida y de la condición del proceso usado en la carbonización y su activación. La porosidad varía yendo desde pequeños, llamados microporos ($\approx 2,0$ nm) hasta mesoporos (2 a 50 nm) y macroporos ($> 50,0$ nm). Una aplicación podrá necesitar carbón activado en varias formas: en polvo (CAP, tamaño de partícula promedio en carbón molido 15-25 μ m) y granular o en forma (tamaño de partículas promedio 1-5mm). Otros pueden ser: fibras de carbono, telas, películas y monolitos. La elección del tipo de cómo se presenta está basado en el nivel de limpieza requerido.

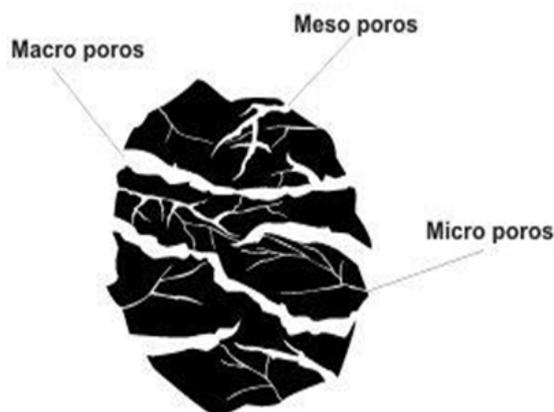
Pero cada propiedad adsorción en el carbón activado, es también por la composición química natural.

La estructura del carbón activado contiene átomos de carbono con valencias insaturadas, además, el grupo funcional de oxígeno y nitrógeno, además del componente inorgánico de la ceniza, todos los cuales tiene efectos significativos sobre el proceso de adsorción. Estos grupos funcionales son formados en los procesos de activación como resultado de la interacción de los radicales libres en el exterior del

carbón, haciéndolo químicamente reactivo y, por lo tanto, daña las propiedades de adsorción, principalmente para ciertos tipos de moléculas.

Figura 1

Forma física del carbón activado



Nota. El carbón se puede activar por medio del proceso térmico o químico.(Groso, 2017).

Así, el carbón activado puede considerarse básicamente hidrofóbico porque tiene una baja afinidad con los líquidos, lo cual tiene importancia para aplicarlos en adsorción de algún gas en condiciones húmedas o partículas en solución acuosa; considerando que su presencia en los grupos funcionales de su superficie significa que pueden tener reacciones con el agua, haciéndolo superficialmente con mayor hidrófila. Cuando el carbono se oxida, se forman grupos hidroxilo (OH^-), carbonilo (RCHO), carboxilo (RCOOH) y otros, que le dan al carbono una naturaleza anfótera, es decir, naturaleza ácida y básica al mismo tiempo. Esto afecta la adsorción de muchas moléculas.

El carbón puede ser producido en polvo, gránulos o gránulos cilíndricas. El polvo se usa solo para limpiar líquidos; Se dosifica en el tanque de mezcla y luego se separan los líquidos mediante los filtros adecuados para la retención de partículas de menos tamaño (por ejemplo, un filtro). En cuanto al carbón granular, es producido en diversas regiones de partículas definidas por proceso granulométrico o numeración de malla. Por ejemplo, una malla es una con cuatro

agujeros en cada pulgada lineal. Se utilizan para depurar tanto líquidos como gases. Los pliegues se utilizan a menudo en el procesamiento de gas porque su forma cilíndrica da como resultado mínima pérdida de presión. Si es que se desee carbón granulado o granular, siempre en cuando materia prima no es lo necesario duro, puede volver aglomerar con un ligante para darle dureza evitando su rompimiento durante el paso del líquido. (Groso, 1997).

- **Mecanismo de acción del carbón activado en la caña de azúcar**

Existen diversos estudios que manejaron productos naturales como la caña de azúcar para accionar el carbón activado granular e incidir de forma positiva en el agua. Al emplear el procedimiento de Batra et al. (2010), Kaushik et al. (2017) tomó una porción de carbono activado no quemado (AUC), proveniente de las cenizas de caña de azúcar, y la tamizó a modo de separar el carbón de las cenizas. El carbón separado (UC) se secó y las cenizas fueron eliminadas con ácido clorhídrico. El UC fue activado con vapor a 800°C por tres horas en contenedores de acero. Se agregó una solución acuosa a modo de elevar la mesoporosidad y el carbón fue llevado a un horno de 120°C por alrededor de cinco horas.

Rondina et al. (2019) revelaron otro tipo de procedimiento que utilizó el lodo de prensa de una empresa procesadora de caña de azúcar. Este material se secó en el horno a 90°C durante doce horas. Luego, fue triturado, tamizado y mezclado con ácido nítrico; de esta forma, se activó el carbón del lodo. Se eliminó el exceso de ácido nítrico y fue llevado a un horno a 105°C por dos horas para deshacerse de la humedad. El resultado fue carbonizado con agua destilada.

La forma de usar el carbón activado en el agua difiere en muchos experimentos. El procedimiento de Kaushik et al. (2017) se enfocó en eliminar las melanoidinas de las aguas residuales de destilería de azúcar; en su estudio descubrió que una dosis alta de AUC daba lugar

auna mayor cantidad de sitios de adsorción, es decir, más melanoidinas eliminadas. El carbón activado derivado de cáscaras de arroz, experimentado a Menya et al. (2018), permitió remover materia orgánica del agua gracias a diversos atributos del carbón como sus propiedades fisicoquímicas (tamaño de los poros y química de la superficie), un pH de 6.5 a 8, una carga negativa de solución, una temperatura baja y un tiempo de contacto de hasta 30 minutos máximo. Contreras et al. (2013) realizó una prueba similar y al aplicar el carbón activado a un medio acuoso, este demostró tener una gran capacidad para absorber azul de metileno en solo 20 minutos. En síntesis, la efectividad del carbón activado depende de su capacidad de adsorción y el elemento que tratará puesto que algunos muestran gran resistencia.

- **Filtro de carbón activo**

Según menciona Peñafiel (2010) los filtros de carbón activado o activado actúa siendo un tamiz para eliminar los elementos pesados que están presentes en el aire y agua; también funciona siendo un agente de limpieza. El carbón activado al ser un compuesto que contiene poros de menos de 2nm y es muy eficaz en las acciones de adsorción. Tal proceso basado en atraer partículas pesadas hacia la parte sólida como el carbono, lo que deja pasar solo las partículas más limpias en los líquidos o gases.

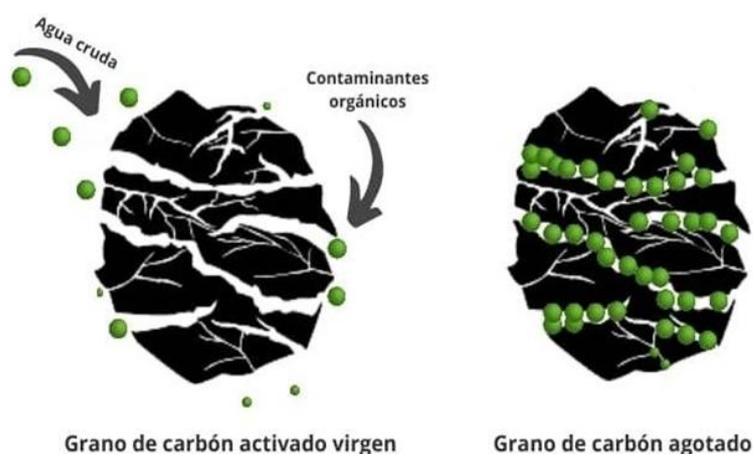
Este tipo de filtros son usados para la mejora de la calidad vital de los ciudadanos porque actúan como imanes para moléculas nocivas como el cloro. Cuando piensas en este tipo de filtros, piensas en la purificación del agua, también es cierto que, por la alta cantidad de poros del carbón activado, también se usa en medicamentos, en clarificar los jarabes de azúcar, para purificar la glicerina, en máscaras de gas filtros de coche y filtros de aire. Los filtros de carbón activado. Pueden fabricarse en casa (siempre se recomienda consultar a un experto antes de hacerlo) o comprarse en tiendas especializadas. El filtro de carbón activado, principalmente dispositivos para purificar el agua, se venden en una amplia gama y proporcionan.

- **Usos del carbón activado para potabilizar agua**

El carbón vegetal contiene pesticidas, grasa, aceite, detergente, derivados de desinfectantes, toxinas, compuestos colorantes, elementos producidos por la degradación de algas y vegetales como también por la metabolización animal. Por lo general, las impurezas en el agua de pozo pueden tener poco peso molecular, en tales ocasiones, el carbón con alta microporosidad es el más adecuado. El carbón que mejor cumple tal condición es primero el carbón de residuos de coco y luego los minerales derivados del alquitrán (Groso, 1997).

Figura 2

Explicación del funcionamiento del carbón activado



Nota. El carbón activo es un gran agente para la adsorber moléculas orgánicas dentro de porosidad.

2.2.2. ACTIVACIÓN DE CARBÓN

La característica del carbón que resulta está fuertemente influenciada por el grado de activación, por su naturaleza de los agentes activantes, el tiempo y la temperatura de activación. Las activaciones de carbones pueden realizarse principalmente en dos tipos: siendo estos la activación química y la física (Martínez, 2012, p. 21).

2.2.2.1. ACTIVACIÓN FÍSICA

Esta comprendida en dos partes:

- Pirólisis; se trata de calentar a una temperatura relativa baja

(normalmente de 400 y 700°C) en una atmósfera limpia, normalmente nitrógeno y helio, que rompen los enlaces entre los átomos de carbono. En este paso es deshidratado el material eliminando los elementos de fácil volatilidad, lo que incrementa la proporción de átomos de carbono que componen las estructuras de carbón (Martínez, 2012, p. 22)

- Gasificación, Se trata del tratamiento con oxígeno a alta temperatura (de 800 hasta 1100°C) conjuntamente con agentes que oxidan entre ellos el vapor, CO₂, aire, puede ser también la mezcla de estos. En lo que dura el proceso, la porosidad tiene una apertura y se forma en el carbón (Martínez, 2012, p. 23).

2.2.2.2. ACTIVACIÓN QUÍMICA

La activación química se trata de la reacción entre un precursor sólido de CA y una sustancia química activadora, en la que las concentraciones de reactivos, con la temperatura y el periodo de activación van a determinar la duración de las reacciones. Dicha activación suele realizarse en dos pasos, el primero de los cuales consiste en que los materiales químicos se impregnan proviniendo de una solución concentrada del activador. La siguiente etapa se trata de someter lo que resulta del horno de pirolisis, en la que se obtiene en simultáneo la carbonización y activación de los materiales (Martínez, 2012, p. 25).

Las principales desventajas de la activación física comparados a la activación química son los rendimientos más bajos y el hecho de que generalmente son llevados a cabo en temperaturas elevadas. Por el contrario, la principal desventaja de la activación química es la necesidad de un tratamiento posterior al calor (Martínez, 2012, p. 28).

2.2.3. CALIDAD DE AGUA POTABLE

Ríos et al. (2017) define al agua potable como “óptimo para el consumo de las personas y la utilización en los hogares, que incluye la limpieza personal”, no contiene microorganismos nocivos para la salud. Los efectos potenciales en la salubridad de la contaminación por microbios son tales que combatirlos debe ser un fin principal y jamás comprometerlo. La existencia o distribución de alguna bacteria, parásito, virus y hongos dentro del agua suele ser un cambio directa o indirectamente en los cambios ambientales y demográficos, como la creciente poblacional descontrolada, el crecimiento de las industrias, la pobreza, la toma de áreas previamente deshabitados y la disposición incorrecta de excrementos humanos y animales.

Según Zarza (2019) el agua se define como el recurso natural necesario para que se desarrolle la vida. Siendo el corazón del desarrollo amigable con el medio ambiente y es importante en el desarrollo social y económico, la producción energética y alimenticia, la salud de ecosistemas y con ello la supervivencia humana. El agua potable da cumplimiento a condiciones óptimas para el consumo humano, pudiendo ser utilizada después de un tratamiento adecuado sin poner en peligro la salud. Es limpio, transparente, sin olor ni sabor desagradables y no contiene impurezas.

2.2.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Desde el punto de vista de Lozano-Rivas & Lozano (2015) El agua humana contiene elementos físicos las cuales modifican su apariencia y la hacen desagradable para el consumidor, así como elementos químicos que causan daños hacia la salud, por lo general durante un período de exposición de manera relativa largo.

La gran parte de los compuestos inorgánicos producen sabores desagradables en incluso en concentración mucho más bajas a las sustancias tóxicas. Las sustancias que dan olores y sabores al agua suelen ser orgánicos (origen natural), formadas

por la degradación de material vegetal, animal, y proveniente de las industrias.

En la metodología de limpieza, en ocasiones dada en acción con los productos químicos utilizados, la sustancia de olor débil como los compuestos derivados del amoníaco (aminas R-NH₂) y los fenoles (contaminantes industriales utilizados como bactericidas) se convierten en sustancias con olores fuertes como las cloraminas y los clorofenoles.

- **Color**

El color se relaciona estrechamente en proporción con el pH; es decir, si el pH sube se aumenta lo mismo pasa con el color. Dicho cambio se suele apreciar al poner limón en el té y éste se aclarará.

El color es un problema de estética; pero, es muy importante porque el agua muy coloreada que luego se desinfecta (especialmente debido a los ácidos húmicos o el color orgánico de las algas, por ejemplo) puede producir subproductos de cloro que son agentes cancerígenos comprobados, como los trihalometanos (THM) y ácidos haloacéticos (HAA); desinfectado con ozono, provoca, entre otras cosas, que se forme de bromatos, bromoformos y aldehídos, los cuales causan fuertes daños a la salud en exposiciones prolongadas.

Sin embargo, no existen estudios con resultados lo suficientemente concluyentes como para dar la alarma sobre los riesgos de los derivados de la desinfección (SPD). En todo caso, el riesgo y luego para la salud es mayor por beber agua sin desinfectar que por consumirla con los mencionados subproductos.

- **Temperatura**

Es un estimulante para la aparición de microorganismos,

disminuyendo lo soluble de los gases, lo que incluye al cloro y el oxígeno, siendo negativo para fines de potabilización. La temperatura de limpieza debe ser de 8-15 °C, la temperatura óptima es de 10-12 °C; sin embargo, este parámetro no siempre es ajustada. Por ejemplo, un caso especial es el sistema de tratamiento en Tibú en Norte de Santander, Colombia, en la que se extrae agua de un hoyo profundo a aproximadamente 55 °C y se pasa por torres que enfrían hasta alcanzar los 25°C.

En estos casos, la alta temperatura del agua da malos sabores (porque se pierde oxígeno disuelto) incrementando el deterioro de tuberías.

- **Turbidez**

Es la percepción óptica que se rige por la Ley de Beer, resultantes de las dificultades del traspaso de los rayos de luz en las muestras de agua.

Son causadas por alguna sustancia y materiales no solubles suspendidos (entre 1 y 1.000nm), pueden ser:

- Arcillas.
- Sedimento.
- Partícula orgánica coloidal.
- Plancton.
- Microorganismo.

El agua con alta turbidez se asocia con los términos "agua negra" o "agua fangosa". La alta turbiedad da protección a los patógenos de los efectos de los desinfectantes e incrementa su demanda. Además, la turbiedad estimulará el desarrollo de bacterias, por lo que deben eliminarse del agua antes que llegue al proceso de la desinfección.

La turbidez es la medida de modo indirecto de las cantidades de partículas coloidales suspendidas en las muestras de agua.

Tales partículas suelen tener su origen en procesos de erosión causados por la deforestación en las cuencas hidrográficas o por la retirada de los sedimentos de su cauce (principalmente en épocas de lluvia), también por un exceso de microorganismos y por efectos domésticos, industriales o agrícolas.

2.2.3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

- **pH**

Es el término utilizado para la expresión de concentraciones de iones hidronio $[H^+]$ sobre las concentraciones de iones hidroxilo $[OH^-]$ y, por tanto, el grado alcalino o acidez de la muestra de agua; sin embargo, no mide su alcalinidad o acidez total. Esto afecta la efectividad de los desinfectantes al permitir que el cloro alcance un nivel de pH más bajo, de manera que los compuestos clorados más efectivos (HOCl, ácido hipocloroso) domina a otro con menos fuerza desinfectante (OCl, ion hipoclorito). Además, si los valores de pH del agua están por debajo de 7 unidades, suele tener un comportamiento de manera de deterioro, si está por encima de 7, suele causar depósito de calcio obstruyendo las tuberías de las redes de agua.

Su medida en lo general es mediante un electrodo que se une al equipo de nombre pH-meter (Peachímetro). De mayoría de las normativas tiene establecidos rangos de pH aceptables, entre 6,5 y 8.5 unidades, en especial porque van a permitir que se mantenga la integridad alargando la vida útil de las redes de agua.

2.2.3.3. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Según Pradana et al. (2019) de forma natural el agua es un agente portador de múltiples microorganismos, y esporádicamente llegan hasta ella algunos microorganismos patógenos. Su aparición en el agua indica una descarga de restos fecales (aguas residuales, establos ganaderos, restos de mataderos, etc.). Estos organismos generalmente no encuentran

condiciones ambientales apropiadas en las aguas naturales para su desarrollo, únicamente cuando sus poblaciones son muy elevadas quedan limitados los usos (consumos, baño, riego, y otros). Las bacterias que indican los contaminantes bacterianos son: “E. coli, estreptococo fecal, Clostridium sulfitorreductores, Salmonella, Vibrio cholerae, además del enterovirus, y virus de la polio, o la hepatitis, además de otros.

- **Bacterias que indican contaminación**

La condición bacteriológica del agua es importante considerando la higiene. La normativa de calidad bacteriológica exige que el agua no contenga patógenos intestinales ni parásitos intestinales que provoquen la propagación de infecciones como salmonelosis, shigelosis, amebiasis, etc. Para determinar que el agua, sea potable es necesario estudiar las bacterias aerobias mesófilas y los coliformes generales y fecales. La alta sensibilidad de las bacterias aerobias mesófilas en los agentes clorantes las posiciona como indicadores de la eficiencia de los tratamientos del agua (Apella & Araujo, 2005, p. 48).

Los microorganismos que indican contaminación deben tener facilidad de aislamiento y cultivar en el laboratorio; considerarse inofensivo para humanos y animales; y la existencia en el agua se relaciona con la cualidad y cantidad con diferentes microorganismos patógenos, que son casi imposibles su aislamiento. 3 tipos de bacterias son adecuadas para esto:

- Coliformes fecales: por contaminación fecal.
- Aerobias mesófilas: por efectividad del tratamiento de aguas.
- Pseudomonas: dados por el deterioro en la calidad del agua con contaminación bacteriológica.

Tabla 1*Límite máximo permisible en parámetros microbiológico y parasitológico*

Parámetro	Unidades de medida	LMP
Coliformes Totales	UFC/100ml a 35°C	0 (*)
E. Coli	UFC/100ml a 44,5°C	0 (*)
Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100ml a 44,5°C	0 (*)
Bacteria Heterotrófica	UFC/ml a 35°C	500
Huevos y larvas de Helmintos, quistes yooquistes de protozoarios.	Nº org/l	0
Virus	UFC / ml	0
Organismo de vida libre; algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos	Nº org/l	0

Nota. UFC=Unidad formadora de colonias (*) En el caso que se analicen con la técnica del NMP en tubos múltiples = < 1,8 /100 ml (MINSA, 2010).

Escherichia coli vive en el intestino de mamíferos y aves, se caracteriza por ser capaz de fermentar lactosa a 35°C. Este grupo está formado por los géneros Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, Serratia, Citrobacter y Edwardsiella. Todos pueden coexistir independientemente como saprófitos u organismos intestinales, a excepción del género Escherichia, que solo tiene orígenes fecales. Esto condujo a la distinción entre coliformes totales (un grupo que incluyen a gran parte de los coliformes de todo origen) y los fecales (orígenes intestinales), que son capaces de fermentar lactosa incluso en 5 °C. Por presencia de contaminantes microbiológicos fecales se limita a la cantidad de coliformes fecales, entre tanto que el número total de coliformes que crecen a 35 °C son indicativos de contaminantes sin confirmar su origen. Los enterococos fecales, que se desarrollan a 35 °C, se utilizan como indicador adicional de contaminante fecal (Apella & Araujo, 2005, p. 48).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Agua**

“Es el recurso natural que nos ofrece diversos usos y estos son consumidos de distintas maneras, lo que lo hace totalmente importante conocer como es el consumo en todas las actividades, de modo que se pueda promover un uso más racional del mismo” (Pradana Pérez et al., 2019).

- **Agua potable**

“Líquido incoloro, insípido que se puede encontrar en estado natural o ser producido a través de un proceso de purificación, la que tendrá el propósito de servir para consumo humano y animal” (Pedraza & Rosas, 2011).

- **Adsorción**

Es el fenómeno superficial en la cual los átomos o moléculas de impurezas sobre solución, son adheridas a las superficies de los sólidos. Al sólido se le conoce como adsorbente y al soluto a adsorber, se le conoce como adsorbato (Bonilla Abarca et al., 2017)

- **Desinfección**

“Se trata de la medida con importancia desde según el abastecimiento de agua de consumo humano. Destruir a los microorganismos patógenos se hace una acción muy importante que a menudo implica la utilización de agentes químicos reactivos entre ellos el cloro”

- **ECA**

“Instrumento de gestión ambiental que determinan los niveles de concentraciones de las sustancias físicas, químicas y biológicas que se encuentran en el agua que decepciona y compone el principal de los cuerpos acuáticos y que no representan amenazas graves para la salubridad o el medioambiente” (MINAM, 2015)

- **LMP**

“Los Límites Máximos Permisibles establecen los niveles de concentraciones o grados de algún elemento, sustancia o parámetro fisicoquímico y biológico, que presentan las emisiones que son vertidos o son

liberados al ambiente, buscando garantizar el adecuado control ambiental en las actividades económicas” (Pedraza & Rosas, 2011).

- **Potabilización**

“Son los conjuntos de procesos y operaciones que son realizados en el agua cruda, que modifican la característica organoléptica, fisicoquímicos y microbiológicos con el propósito de hacer que sea idóneo para el consumo humano, dentro de la norma dada” (Lozano-Rivas & Lozano Bravo, 2015, p. 29).

2.4. HIPÓTESIS

H₁: La filtración con carbón activado granular de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) tiene efecto sobre la calidad del agua potable del centro poblado de Casha.

H₀: La filtración con carbón activado granular de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) no tiene efecto sobre la calidad del agua potable del centro poblado de Casha.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Filtro de carbón activo granular de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), (remoncion de coliformes y otros contaminantes mediante el biofiltro).

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad del agua potable (tratamiento de agua potable).

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: “Efecto de la filtración con carbón activado granular de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la mejora de la calidad de agua para consumo humano en el centro poblado Casha, Huánuco”

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Medida	Instrumento
<i>V. independiente</i> Filtro de carbón activo granular de caña de azúcar	Es un dispositivo basado en carbono con una estructura porosa avanzada y una gran superficie, que puede unir varias moléculas a su superficie a través de un proceso de adsorción. (Gómez et al., 2010, p. 23).	Aplicación de filtro de carbón activado granular de caña de azúcar para pasar hacia la adsorción con el fin de eliminar compuestos presentes en el agua potable	Características de activación del carbón de caña de azúcar	Tiempo de contacto	Minutos	Ficha de registro de datos
				Temperatura	°C	
				Grado de concentración de carbono	%	
<i>Variable dependiente</i> Calidad de agua potable	Agua que puede ser utilizada después de un tratamiento adecuado sin poner en peligro la salud. Es puro transparente con olor o sabor desagradable y no contiene impurezas (Zarza, 2019)	Se determinará mejora del agua potable, aplicando carbón activado de caña de azúcar, los efectos sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas comparadas con los parámetros de calidad.	Características fisicoquímicas	Conductividad	Uno/cm	Ficha de registro de datos
				Solidos totales	Mg/l	
				Turbidez	UNT	
			Características microbiológicas	pH	Escala	
				Bacterias coliformes totales	UFC/100	
				Coliformes termo tolerantes	ml	
Bacterias Heterotróficas	UFC/100					

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo aplicada puesto que se empleó conocimientos teóricos relacionados a la fabricación de filtros de carbón activado granular de caña de azúcar con la finalidad de dar respuesta al problema de la comunidad como la potabilización del agua. A palabras de Lozada (2014), un estudio aplicado tiene un valor agregado frente a la investigación básica porque se usa el conocimiento para la formulación de medidas que solucionen problemas.

3.1.1. ENFOQUE

La presente investigación fue basada en un enfoque cuantitativo, porque parte de objetivos definidos por el autor, así como hipótesis para ser verificadas empíricamente, y se usaron técnicas estadísticas muy estructuradas para analizar la información (Lerma, 2009).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

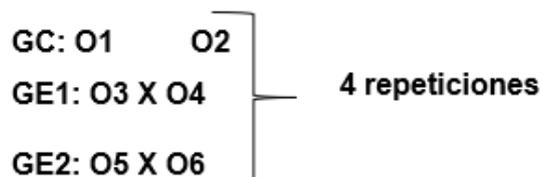
El alcance de la investigación es explicativo porque van más allá de la descripción o el establecimiento de relaciones de las variables; Su propósito responde cada causa de los eventos. Dando crédito a su nombre se interesa en dar explicación de la condición en la que ocurre la relación de las variables entre ellas (Hernández, 2018).

3.1.3. DISEÑO

La presente investigación presenta un diseño experimental con grupo control y pre prueba – post prueba con 4 repeticiones: en el que se registrará las características particulares como tiempo de contacto, temperatura y grado de concentración de la fase de secado y la fase de eliminación de humedad.

Figura 3

Diseño de investigación



Nota. **X** = Carbón activado del filtro; **GO**: Grupo operacional; **X**: uso de carbón activo; **O1**: observación inicial y **O2**: observación final y Sin estímulo.

Tabla 2

Características de los diferentes filtros

Filtro de filtro	Característica de carbón activado
Filtro 1	1.5 kg
Filtro 2	0
Filtro 3	1 kg

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población determina el conjunto de cada componente en una misma especie que representan las mismas características y cada elemento se le estudiarán esas relaciones y características (Lerma González, 2009). La población considerada en este estudio se compone del único sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado de Casha en el Distrito de Santa María del Valle, Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

La muestra es un subconjunto derivado de la población que, por el tamaño de esta última, la representa y facilita la tarea de investigación (Ventura, 2017). El tamaño de la muestra de las pruebas de calidad de agua será; dos muestras iniciales (pre muestra) y cinco muestras finales por cada grupo operacional en total diez (post muestra).

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Este estudio utilizó la observación para recolectar información

sobre la primera y segunda variable. Del mismo modo, se empleó como instrumentos tres fichas de observación enfocadas en las características de activación del carbono y las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable.

3.3.2. PARA EL PROCEDIMIENTO DE DATOS

El procedimiento de recolección de data cumple con el protocolo de monitoreo de agua establecido en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recurso Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N°010–2016–ANA). Dicho protocolo describe los siguientes pasos, materiales y fichas:

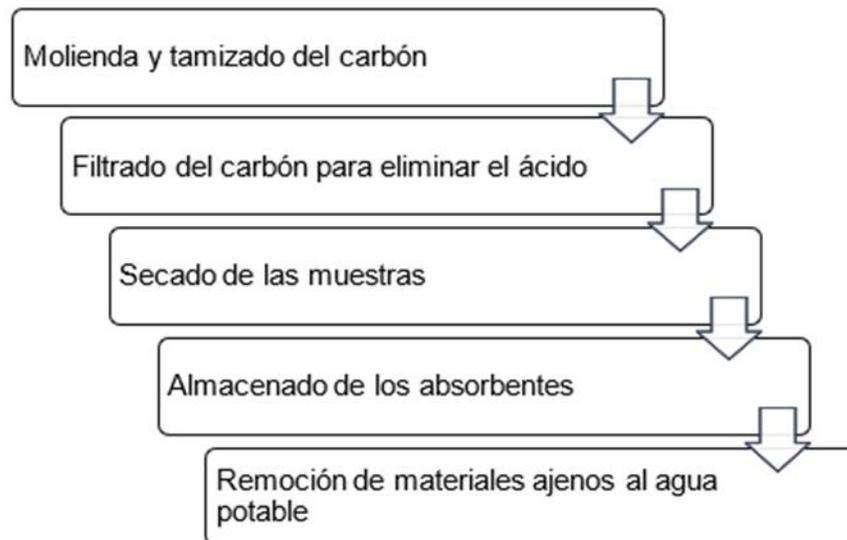
- **Monitoreo**
 - Reconocimiento del área
 - Rótulos y etiquetas
 - Georreferenciación de los puntos de muestreo
 - Medición de los parámetros de campo
- **Materiales y Equipos**
 - GPS
 - Multiparámetro
 - Cooler
 - Cámara fotográfica
 - Frascos de plástico y vidrio esterilizadas
 - Guantes
- **Fichas**
 - Registros de datos campo
 - Etiqueta para muestra de agua
 - Cadena de custodia
 - Registro de identificación de muestreo

Para el diseño del filtro se aprovechó la gravedad, siendo la opción más factible de dar movimiento al agua. El proceso de diseñado de carbón se describe de la siguiente manera:

- Se realizó un análisis inicial para preparar las condiciones en que se diseñaron los filtros de carbón activado granular.
- Se desarrolló el filtro de carbón activado granular.

Figura 4

Desarrollo del filtro de carbón activado granular

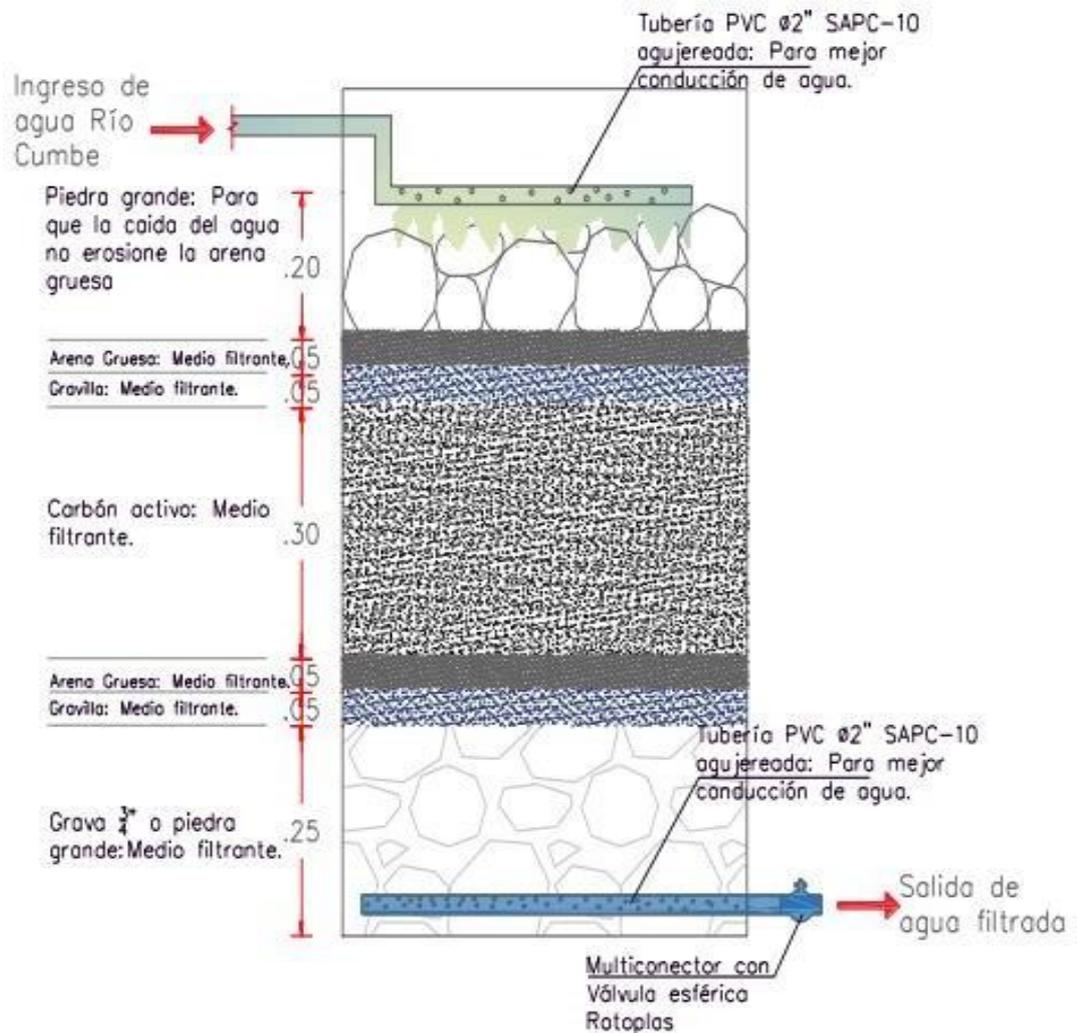


Nota. Se realizó una adaptación de Contreras et al. (2013)

El filtro es colocado en el contenedor de agua potable. El diseño es el siguiente:

Figura 5

Diseño del filtro con carbón activado con caña de azúcar



Nota. El carbón activo servirá como adherente de las partículas que alteran el agua y su calidad (Tomeli, 2018).

Finalmente, se realizó un último análisis acerca de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable a modo de identificar los cambios.

3.3.3. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos se presentaron con tablas estadísticas, en las que se interpretan los análisis, describen los resultados y conclusiones de manera científica.

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se procesaron los datos con el software estadístico Stata 17, donde se contrastó la hipótesis y se compararon con los límites máximos permisibles establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA) y el Ministerio de Ambiente (MINAM).

CAPÍTULO

IV RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 3

Parámetros fisicoquímicos en el filtro 1

Parámetro	Tipo	Obs.	Media	Desv. estándar	Min	Max
Color	Pre – filtro	4	77.0	0.0	77.0	77.0
	Post – filtro	4	2.0	4.0	0.0	8.0
Turbiedad	Pre – filtro	4	21.0	0.0	21.0	21.0
	Post – filtro	4	0.3	0.5	0.0	1.0
pH	Pre – filtro	4	7.4	0.0	7.4	7.4
	Post – filtro	4	5.2	0.1	5.0	5.2
Conductividad	Pre – filtro	4	73.0	0.0	73.0	73.0
	Post – filtro	4	346.8	80.6	301.0	467.0
Solidos Totales	Pre – filtro	4	32.0	0.0	32.0	32.0
	Post – filtro	4	173.8	40.3	151.0	234.0
Cloruros	Pre – filtro	4	1.5	0.0	1.5	1.6
	Post – filtro	4	1.6	0.0	1.6	1.6
Nitratos	Pre – filtro	4	0.9	0.0	0.9	0.9
	Post – filtro	4	0.9	0.0	0.9	0.9

Nota. En la tabla se aprecia respecto al filtro 1. Con un 95 % de intervalo de confianza para la media.

Los parámetros fisicoquímicos evidencia cambios notables entre las mediciones iniciales (pre) y finales (post), reflejando modificaciones en; el color mostró una reducción significativa de 77.0 a 2.0 unidades, indicando una mayor claridad del agua, mientras que la turbiedad disminuyó de 21.0 a 0.3 NTU, lo que sugiere una eliminación eficiente de partículas suspendidas. El pH descendió de 7.40 a 5.2, evidenciando una acidificación que podría estar relacionada con la descomposición de materia orgánica. Por otro lado, la conductividad eléctrica se incrementó considerablemente de 73.0 a 346.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, reflejando un aumento en la concentración de iones disueltos, lo cual también se manifiesta en los sólidos totales disueltos (STD), que pasaron de 32.0 a 173.8 mg/L, indicando mayor carga de materia disuelta. Los cloruros presentaron una ligera variación de 1.5 a 1.6 mg/L, mientras que los nitratos se mantuvieron constantes en 0.9 mg/L. Estos resultados reflejan un proceso donde, aunque se mejora la claridad del agua y se eliminan partículas suspendidas, se produce un incremento significativo en la concentración de sales y otros compuestos disueltos, lo que influye en la calidad de agua.

Tabla 4*Parámetros fisicoquímicos en el filtro 2*

Parámetro	Tipo	Obs.	Media	Desv. estándar	Min	Max
Color	Pre – filtro	4	77.0	0.0	77.0	77.0
	Post – filtro	4	17.3	34.5	0.0	69.0
Turbiedad	Pre – filtro	4	21.0	0.0	21.0	21.0
	Post – filtro	4	5.0	10.0	0.0	20.0
pH	Pre – filtro	4	7.4	0.0	7.4	7.4
	Post – filtro	4	6.9	0.2	6.7	7.0
Conductividad	Pre – filtro	4	73.0	0.0	73.0	73.0
	Post – filtro	4	169.8	48.9	130.0	230.0
Solidos totales	Pre – filtro	4	32.0	0.0	32.0	32.0
	Post – filtro	4	85.0	24.5	65.0	115.0
Cloruros	Pre – filtro	4	1.6	0.0	1.6	1.6
	Post – filtro	4	1.5	0.0	1.5	1.5
Nitratos	Pre – filtro	4	0.9	0.0	0.9	0.9
	Post – filtro	4	0.9	0.0	0.9	0.9

Nota. En la tabla se aprecia respecto al filtro 2, de la que se indica; pre filtro = antes del experimento y post filtro = después del experimento. Con un 95 % de intervalo de confianza para la media.

El análisis de los parámetros fisicoquímicos revela variaciones importantes entre las mediciones iniciales (pre) y finales (post), reflejando cambios en; el color que mostró una reducción de 77.0 a 17.3 unidades, lo que indica una mejora significativa en la claridad del agua, aunque persiste una ligera coloración residual. La turbiedad disminuyó de 21 a 5 NTU, lo que sugiere una eliminación parcial de las partículas suspendidas, mejorando la transparencia del medio. El pH presentó una leve reducción de 7.40 a 6.9, manteniéndose dentro de un rango cercano a la neutralidad, lo que indica que no hubo una acidificación significativa en el sistema. Por otro lado, la conductividad eléctrica aumentó de 73 a 169.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, reflejando un incremento en la concentración de iones disueltos, lo cual también se evidencia en el aumento de los sólidos totales disueltos (STD), que pasaron de 32 a 85 mg/L, sugiriendo una mayor presencia de sales y otros compuestos solubles. Los cloruros presentaron una ligera disminución de 1.6 a 1.5 mg/L, mientras que los nitratos se mantuvieron constantes en 0.9 mg/L, indicando estabilidad en estos parámetros. Aunque se observó una mejora en la claridad del agua y una reducción de la turbiedad, el aumento en la conductividad y los sólidos totales disueltos refleja una mayor carga de compuestos iónicos, lo que podría influir en la calidad general del sistema tratado.

Tabla 5*Parámetros fisicoquímicos en el filtro 3*

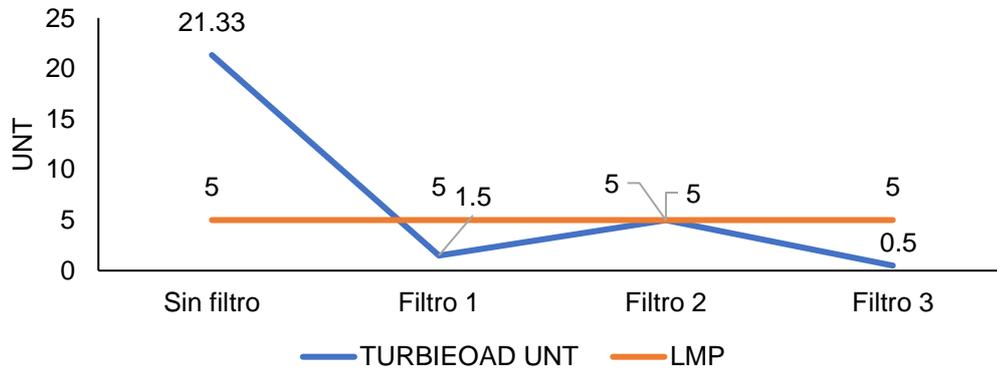
Parámetro	Tipo	Obs.	Media	Desv. estándar	Min	Max
Color	Pre – filtro	4	77.0	0.0	77.0	77.0
	Post – filtro	4	1.0	2.0	0.0	4.0
Turbiedad	Pre – filtro	4	21.0	0.0	21.0	21.0
	Post – filtro	4	0.5	1.0	0.0	2.0
pH	Pre – filtro	4	7.4	0.0	7.4	7.4
	Post – filtro	4	3.2	0.1	3.1	3.4
Conductividad	Pre – filtro	4	73.0	0.0	73.0	73.0
	Post – filtro	4	995.0	84.7	870.0	1058.0
Solidos Totales	Pre – filtro	4	32.0	0.0	32.0	32.0
	Post – filtro	4	497.5	42.3	435.0	529.0
Cloruros	Pre – filtro	4	1.6	0.0	1.6	1.6
	Post – filtro	4	1.6	0.1	1.6	1.7
Nitratos	Pre – filtro	4	0.9	0.0	0.9	0.9
	Post – filtro	4	0.9	0.0	0.9	0.9

Nota. En la tabla se aprecia respecto al filtro 3, de la que se indica; pre filtro = antes del experimento y post filtro = después del experimento. Con un 95 % de intervalo de confianza para la media.

El análisis de los parámetros fisicoquímicos revela cambios significativos entre las mediciones iniciales (pre) y finales (post) en comparación con los Límites Máximos Permisibles (LMP). El color se redujo drásticamente de 77.0 a 1.0 unidades, y la turbiedad disminuyó de 21.0 a 0.5 NTU, ambos dentro del límite permitido de 5 NTU, lo que indica una mejora notable en la claridad y transparencia del agua. Sin embargo, el pH descendió de 7.40 a 3.2, quedando fuera del rango establecido de 6.5 a 8.5, lo que refleja una acidificación significativa que podría afectar la calidad del agua y su uso. Por otro lado, la conductividad eléctrica aumentó de 73.0 a 995.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, manteniéndose dentro del límite de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica una mayor concentración de iones disueltos. De manera similar, los sólidos totales disueltos (STD) pasaron de 32.0 a 497.5 mg/L, también dentro del límite permitido de 1000 mg/L, lo que sugiere un incremento en la carga de materia disuelta. Los cloruros se mantuvieron constantes en 1.6 mg/L, y los nitratos en 0.9 mg/L, ambos dentro de los valores aceptables. Aunque la turbiedad, la conductividad y los sólidos disueltos permanecen dentro de los límites establecidos, la marcada disminución del pH representa una desviación importante que podría comprometer la calidad del agua para su uso seguro.

Figura 6

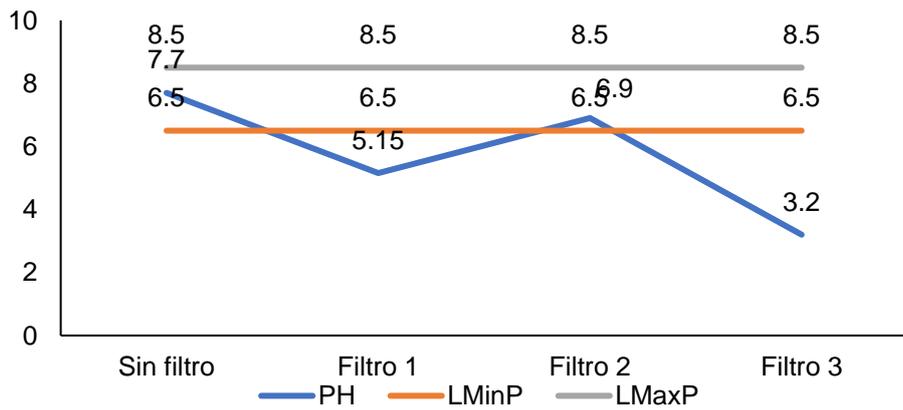
Tipo de filtro respecto a los LMP turbiedad



Nota. En el LMP se indica un máximo de 0.5 UNT.

Figura 7

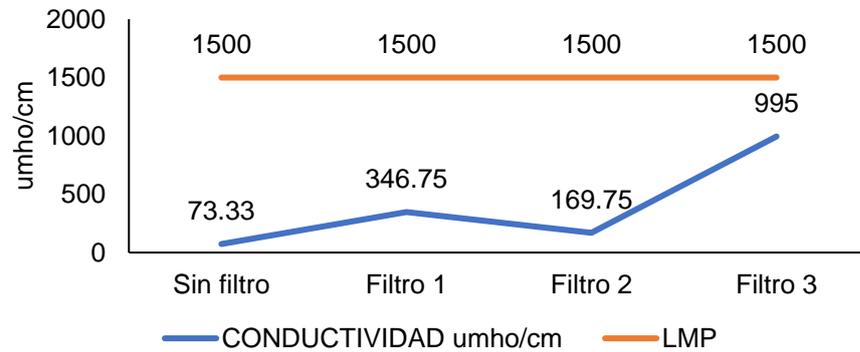
Tipo de filtro respecto a los LMP pH



Nota. En el LMP se indica un rango de 6.5 a 8.5 unidades de pH.

Figura 8

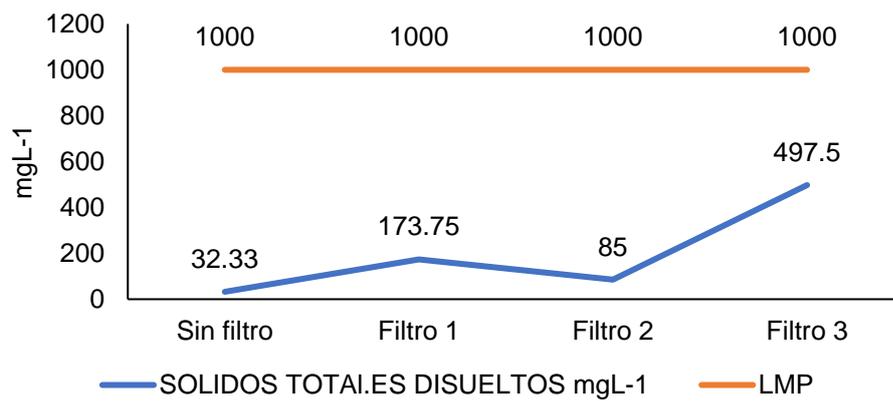
Tipo de filtro respecto a los LMP conductividad



Nota. En el LMP se indica un máximo de 1500umho/cm.

Figura 9

Tipo de filtro respecto a los LMP solidos disueltos totales



Nota. En el LMP se indica un máximo de 1000 mgL-1.

Tabla 6
Parámetros microbiológicos en el filtro 1

Parámetro	Tipo	Obs.	Media	Desv. estándar	Min	Max
Coliformes	Pre – filtro	4	1000.0	0.0	1000.0	1000.0
totales	Post – filtro	4	287.3	241.9	77.0	582.0
coliformes	Pre – filtro	4	867.0	0.0	867.0	867.0
termo	Post – filtro	4	159.8	144.4	51.0	365.0
tolerantes	Pre – filtro	4	291.0	0.0	291.0	291.0
Bacterias	Post – filtro	4	86.8	68.0	25.0	177.0
heterotróficas						

Nota. En la tabla se aprecia respecto al filtro 1, de la que se indica; pre filtro = antes del experimento y post filtro = después del experimento. Con un 95 % de intervalo de confianza para la media.

El análisis de los parámetros microbiológicos evidencia una reducción significativa en las concentraciones de coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas, expresadas en UFC/100 ml. Los coliformes totales disminuyeron de 1000 a 287.3 UFC/100 ml, lo que indica una reducción considerable en la carga microbiana, sugiriendo una mejora en la calidad microbiológica del agua. De manera similar, los coliformes termotolerantes presentaron una reducción de 867.0 a 159.8 UFC/100 ml, lo que refleja una disminución significativa de bacterias asociadas a contaminación fecal, lo cual es un indicador relevante para evaluar la salubridad del recurso hídrico. En cuanto a las bacterias heterotróficas, que inicialmente se encontraban en 291.8 UFC/100 ml, se redujeron a 86.8 UFC/100 ml, mostrando también una disminución importante en la población bacteriana general. Estos resultados reflejan un proceso eficiente en la reducción de la carga microbiana, lo que mejora las condiciones higiénico-sanitarias del agua, aunque es necesario evaluar si los valores finales cumplen con las normativas vigentes para garantizar su aptitud para el consumo o su uso en otras aplicaciones.

Tabla 7
Parámetros microbiológicos en el filtro 2

Parámetro	Tipo	Obs.	Media	Desv. estándar	Min	Max
Coliformes	Pre – filtro	4	1000.0	0.0	1000.0	1000.0
totales	Post – filtro	4	816.5	212.1	519.0	978.0
Coliformes	Pre – filtro	4	867.0	0.0	867.0	867.0
termo tolerantes	Post – filtro	4	653.8	191.6	401.0	805.0
Bacterias	Pre – filtro	4	291.0	0.0	291.0	291.0
heterotróficas	Post – filtro	4	244.0	67.0	183.0	302.0

Nota. En la tabla se aprecia respecto al filtro 2, de la que se indica; pre filtro = antes del experimento y post filtro = después del experimento. Con un 95 % de intervalo de confianza para la media.

El análisis de los parámetros microbiológicos muestra una reducción parcial en las concentraciones de coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas, expresadas en UFC/100 ml, aunque los valores finales aún reflejan una presencia significativa de microorganismos. Los coliformes totales disminuyeron de 1000 a 816.5 UFC/100 ml, lo que indica una reducción moderada, pero todavía se mantiene una carga bacteriana elevada que podría representar un riesgo sanitario. De manera similar, los coliformes termotolerantes pasaron de 867.0 a 653.8 UFC/100 ml, evidenciando una disminución leve de bacterias asociadas a contaminación fecal, aunque los niveles finales permanecen altos y podrían implicar la persistencia de agentes patógenos. En cuanto a las bacterias heterotróficas, que inicialmente se encontraban en 291.8 UFC/100 ml, se redujeron a 244.0 UFC/100 ml, reflejando una baja eficacia en la eliminación de la flora bacteriana total. Estos resultados sugieren que, si bien hubo una reducción de la carga microbiana, el tratamiento aplicado no es lo suficientemente efectivo para alcanzar niveles microbiológicos aceptables según los estándares sanitarios, lo que podría limitar el uso seguro del agua en diversas aplicaciones.

Tabla 8*Parámetros microbiológicos en el filtro 3*

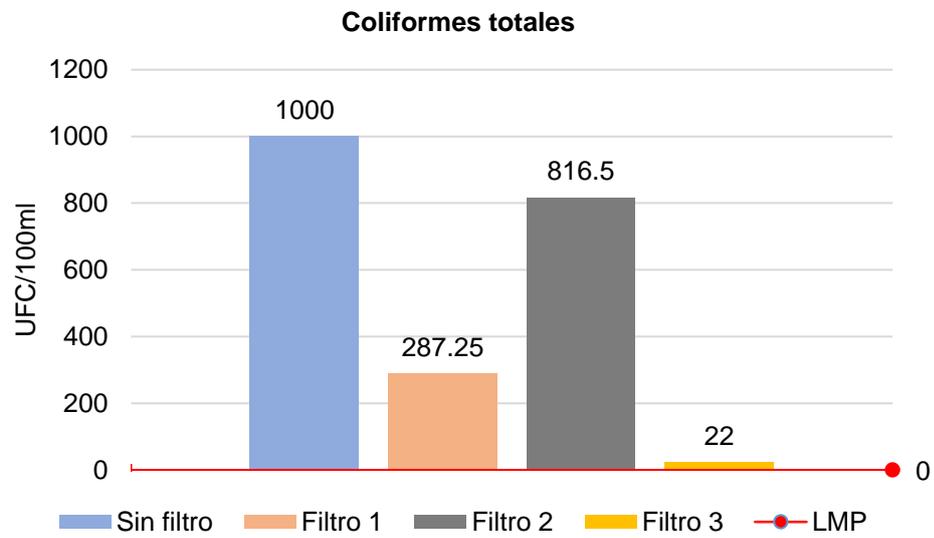
Parámetro	Tipo	Obs.	Media	Desv. estándar	Min	Max
Coliformes	Pre – filtro	4	1000.0	0.0	1000.0	1000.0
totales	Post – filtro	4	22.0	44.0	0.0	88.0
Coliformes termo	Pre – filtro	4	867.0	0.0	867.0	867.0
tolerantes	Post – filtro	4	18.3	36.5	0.0	73.0
Bacterias	Pre – filtro	4	291.0	0.0	291.0	291.0
heterotróficas	Post – filtro	4	32.5	26.3	19.0	72.0

Nota. En la tabla se aprecia respecto al filtro 1, de la que se indica; pre filtro = antes del experimento y post filtro = después del experimento. Con un 95 % de intervalo de confianza para la media.

El análisis de los parámetros microbiológicos muestra una reducción significativa en las concentraciones de coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas, expresadas en UFC/100 ml, especialmente en el filtro 3, que presentó la disminución más notoria. Los coliformes totales pasaron de 1000 a 22.0 UFC/100 ml, evidenciando una reducción considerable en la carga bacteriana general, lo que indica una alta eficacia del tratamiento en la eliminación de estos microorganismos. De manera similar, los coliformes termotolerantes, que inicialmente se encontraban en 867.0 UFC/100 ml, se redujeron a 18.3 UFC/100 ml, reflejando una disminución marcada de bacterias relacionadas con contaminación fecal, lo cual es un indicador clave de la mejora en la calidad microbiológica del agua. En el caso de las bacterias heterotróficas, se observó una reducción de 291.8 a 32.5 UFC/100 ml, lo que señala una eliminación importante de la población bacteriana total. Estos resultados destacan la eficacia del filtro 3 en la remoción de microorganismos, sugiriendo que este sistema de filtración es altamente efectivo para mejorar la calidad sanitaria del agua, reduciendo de manera significativa los principales indicadores de contaminación microbiológica.

Figura 10

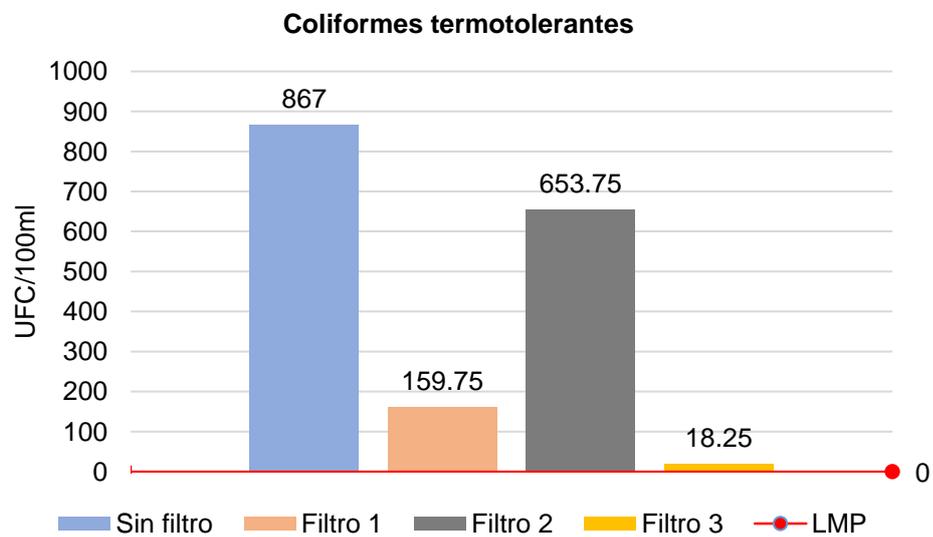
Tipo de filtro respecto a los LMP del parámetro coliformes totales



Nota. En el LMP se indica un máximo de 0 UFC/100ml para coliformes totales.

Figura 11

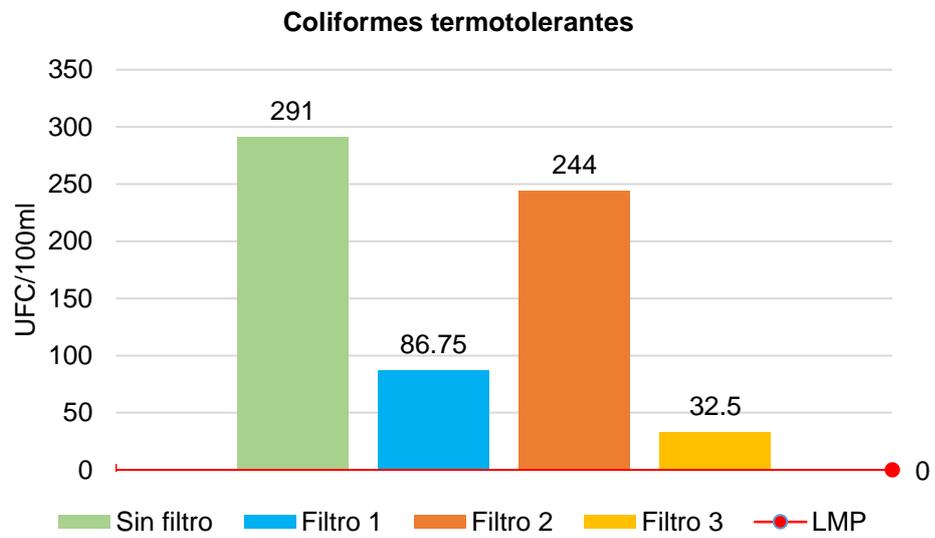
Tipo de filtro respecto a los LMP del parámetro coliformes termo tolerantes



Nota. En el LMP indica un máximo de 0 UFC/100ml para coliformes termo tolerantes.

Figura 12

Tipo de filtro respecto a los LMP del parámetro bacterias heterotróficas



Nota. En el LMP indica un máximo de 0 UFC/100ml para bacterias heterotróficas.

Tabla 9
Prueba de normalidad

Parámetros	Filtro	Pruebas de normalidad					
		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Color	Filtro 1	0,441	4	0.00	0,630	4	0,001
	Filtro 2	0,441	4	0.00	0,630	4	0,001
	Filtro 3	0,441	4	0.00	0,630	4	0,001
turbiedad	Filtro 1	0,441	4	0.00	0,630	4	0,001
	Filtro 2	0,441	4	0.00	0,630	4	0,001
	Filtro 3	0,441	4	0.00	0,630	4	0,001
pH	Filtro 1	0,441	4	0.00	0,630	4	0,001
	Filtro 2	0,307	4	0.00	0,729	4	0,024
	Filtro 3	0,260	4	0.00	0,827	4	0,161
Conductividad	Filtro 1	0,389	4	0.00	0,702	4	0,012
	Filtro 2	0,292	4	0.00	0,861	4	0,265
	Filtro 3	0,393	4	0.00	0,776	4	0,066
Solidos Totales disueltos	Filtro 1	0,393	4	0.00	0,698	4	0,011
	Filtro 2	0,293	4	0.00	0,860	4	0,262
	Filtro 3	0,393	4	0.00	0,776	4	0,066
Cloruros	Filtro 1	0,302	4	0.00	0,827	4	0,161
	Filtro 2	0.000	4	0.00	0.000	4	0.000
	Filtro 3	0,305	4	0.00	0,799	4	0,100
Nitratos	Filtro 1	0.000	4	0.00	0.000	4	0.000
	Filtro 2	0.000	4	0.00	0.000	4	0.000
	Filtro 3	0.00	4	0.00	0.000	4	0.000
Coliformes Totales	Filtro 1	0,278	4	0.00	0,887	4	0,370
	Filtro 2	0,249	4	0.00	0,858	4	0,253
	Filtro 3	0,441	4	0.00	0,630	4	0,001
Coliformes Termo tolerantes	Filtro 1	0,260	4	0.00	0,850	4	0,226
	Filtro 2	0,277	4	0.00	0,869	4	0,295
	Filtro 3	0,441	4	0.00	0,630	4	0,001
Bacterias Heterotróficas	Filtro 1	0,230	4	0.00	0,930	4	0,595
	Filtro 2	0,307	4	0.00	0,751	4	0,039
	Filtro 3	0,432	4	0.00	0,643	4	0,002

Nota. de la tabla prueba de normalidad se pudo apreciar que la significancia (sig.) muestra una distribución no normal por lo que se hace pertinente el uso de una prueba no paramétrica para la prueba de hipótesis en este caso se usó la "Prueba de Kruskal-Wallis" para muestras independientes dado que se tienen 3 grupos (3 medias independientes) (a. Corrección de significación de Lilliefors).

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la prueba de hipótesis se contempla lo siguiente:

H_A: El filtro de carbón activado granular de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) tiene efecto sobre la calidad del agua potable del centro poblado de Casha.

H₀: El filtro de carbón activado granular de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) no tiene efecto sobre la calidad del agua potable del centro poblado de Casha.

Tabla 10

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

Resumen de contrastes de hipótesis		
Parámetro	Sig.	Decisión
Color	0,967	Efectos iguales entre filtros.
turbiedad	0,967	Efectos iguales entre filtros.
pH	0,006	Efectos diferentes entre filtros.
Conductividad	0,007	Efectos diferentes entre filtros.
Solidos Totales disueltos	0,007	Efectos diferentes entre filtros.
Cloruros	0,013	Efectos diferentes entre filtros.
Nitratos	1,000	Efectos iguales entre filtros.
Coliformes Totales	0,012	Efectos diferentes entre filtros.
Coliformes Termo tolerantes	0,012	Efectos diferentes entre filtros.
Bacterias Heterotróficas	0,012	Efectos diferentes entre filtros.

Nota. de la tabla se aprecia que en los filtros se tuvo efectos diferentes, a excepción de los parámetros Color y nitratos en la que los efectos de los filtros fueron igual estadísticamente por lo que no se tiene diferencias significativas, los efectos muestran además la efectividad del filtro de carbón activo por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye con la hipótesis alterna. (Se muestran significaciones asintóticas).

Tabla 11*Resumen de la efectividad de cada filtro para cada parámetro operacional*

Parámetros	Filtro 1		Filtro 2		Filtro 3	
	Efecto	%	Efecto	%	Efecto	%
Turbiedad	SI	14.2%	SI	14.2%	SI	14.2%
pH	SI	14.2%	SI	14.2%	SI	0.00%
conductividad	SI	0.00%	SI	0.00%	SI	0.00%
Sólidos disueltos totales	SI	0.00%	SI	0.00%	SI	0.00%
Coliformes totales	SI	14.2%	NO	0.0%	SI	14.2%
Coliformes termo tolerantes	SI	14.2%	NO	0.0%	SI	14.2%
Bacterias heterotróficas	SI	14.2%	NO	0.0%	SI	14.2%
Total		71%		28.4%		56.8%

Nota. consideraciones tomadas para la comparación usando ECA-agua DS. 004-2017-MINAM.

La fórmula para calcular el porcentaje de remanente de los parámetros analizados, es decir, el porcentaje del valor que permanece después del tratamiento o porcentaje de efectividad de los filtros.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En cuanto a la muestra inicial (sin aplicación de filtro) de acuerdo al análisis de laboratorio, los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos: pH (7.36), Conductividad (73.33umho/cm), y Solidos disueltos totales (32.33mg/L) estuvieron por debajo de los LMP (límite máximo permisible), con excepción al parámetro Turbiedad (21.33 UNT) que supero el LMP. Así mismo en cuanto a los parámetros microbiológicos: Coliformes totales (998.33 UFC/100ml), Coliformes termo tolerantes (867.67 UFC/100ml) y Bacterias heterotróficas (292 UFC/100ml) los resultados obtenidos estuvieron por encima de los LMP.

El filtro 1, el cual contiene 1.5 kg de carbón activado a base de caña; al realizar los análisis para los parámetros fisicoquímicos Turbiedad (1.5 UNT) y Solidos disueltos totales (173.75 mg/L), los resultados obtenidos estuvieron por debajo de los LMP, sin embargo; en cuanto al pH (5.15) y Conductividad, los resultados estuvieron por encima de los LMP. Así mismo, los parámetros microbiológicos: Coliformes totales (287.25 UFC/100 ml), Coliformes termo tolerantes (159.75 UFC/100 ml) y Bacterias heterotróficas (86.75 UFC/100 ml), obtuvieron resultados por encima de los LMP.

En el caso del filtro 2, el cual no conto con carbón activado; los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos: Turbiedad (5 UNT), pH (3.2), Conductividad (169.75 umho/cm) y Solidos disueltos totales (85 mg/L), estuvieron por debajo de los LMP. En cuanto a los parámetros microbiológicos: Coliformes totales (816.5 UFC), Coliformes termo tolerantes (653.75 UFC) y Bacterias heterotróficas (242.5 UFC), los resultados obtenidos estuvieron por encima de los LMP

En cuanto al filtro 3, el cual contiene 1 kg de carbón activado a base de caña; los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos: Turbiedad (0.5 UNT), Conductividad (995 umho/cm) y Solidos disueltos totales (497.5 mg/L), estuvieron por debajo de los LMP, a excepción de los resultados del pH (3.2) que no estuvo dentro del rango del LMP. Así mismo, los parámetros microbiológicos: Coliformes totales (22 UFC/100 ml), Coliformes termo

tolerantes (18.25 UFC/100ml) y Bacterias heterotróficas (32.5 UFC/ml), obtuvieron resultados por encima de los LMP.

Al observar los resultados de la muestra inicial (sin filtro), notamos que los parámetros microbiológicos están por encima de los LMP, el cual nos indica que el agua no es apta para el consumo humano, esto podría ser explicado por Pradana et al. (2019), quien señala que la forma natural del agua es un agente portador de múltiples microorganismos, y esporádicamente llegan hasta ella algunos microorganismos patógenos. Su aparición en el agua indica una descarga de restos fecales (aguas residuales, establos ganaderos, restos de mataderos, etc.). Estos organismos generalmente no encuentran condiciones ambientales apropiadas en las aguas naturales para su desarrollo, únicamente cuando sus poblaciones son muy elevadas quedan limitados los usos (consumo, baño, riego, etc.). por otro lado, cabe señalar que aun con la aplicación de los filtros, los coliformes totales, coliformes termo tolerantes y bacterias heterotróficas disminuyen notoriamente, siendo el filtro 3 quien obtuvo cantidades más bajas con valores de 22 UFC/10ml, 18.25 UFC/10ml y 32.5 UFC/10ml de coliformes totales, coliformes heterotróficas y bacterias termo tolerantes respectivamente, sin embargo; estos valores superan los LMP ya que, según MINSA (2010) indica que los LMP para microorganismos es de 0.00.

En cuanto al resumen de efectividad (Tabla 38) , el filtro 2 (sin carbón activado) con un 28.4% de efectividad obtuvo el resultado menos favorable, seguidamente el filtro 3 (1 kg de carbón activado) quien obtuvo un 56.8% de efectividad; por otro lado, el filtro 1 (1.5 kg de carbón activado) con 71% de efectividad obtuvo el resultado más favorable en cuanto a la purificación del agua, este resultado guarda relación con la cantidad de carbón activado que comprende el filtro 3, donde a mayor carbón activado mayor será la purificación del agua, al respecto; Grosó (1997) hace una mención mucho más extensa sobre el carbón activo quien lo define como componente con poros que capturan elementos, siendo los principales orgánicos los que provienen de la metabolización , vegetal y animal, incluye además el petróleo y sus derivados, así mismo Infante (2018) en su investigación: “Carbón activo granular en la mejora de la calidad del agua potable” tuvo por resultados que:

una turbidez baja de 2.54% respecto de la muestra del afluente; el pH con temperatura 25° C incrementó hasta un 159.58 % en una semana, siendo más alcalino o básico, no alcanzando la neutralidad 7; en cuanto a los coliformes totales el filtro actuó de modo efectivo reduciendo el valor de 100 % hasta 29.11% en la semana 2 la captación 1, 30.3% en la semana 2 la captación 3 y 0% en semana final se obtuvo un agua libre de coliformes totales; en cuanto a coliformes termo tolerantes actuó de manera efectiva reduciendo de 100% a 0% para cada muestra que se obtuvo, con ello el agua exento de Coliformes totales y Coliformes termo tolerantes. De esta manera conociendo los resultados del filtro 2 respecto al filtro 1 y filtro 3, se puede concluir que el carbón activado tiene una relación directa en la disminución de coliformes totales, coliformes termo tolerantes y bacterias heterotróficas.

CONCLUSIONES

Del objetivo general; el filtro carbón activado granular de caña de azúcar muestra efectos sobre la calidad del agua potable puesto que se aprecian cambios significativos en los parámetros evaluados, siendo más favorables en los parámetros microbiológicos, según los datos comparados con los Límites Máximos Permisible (LMP).

Del objetivo específico 1; los parámetros fisicoquímicos del agua antes del uso del filtro de carbón activado los resultados de los parámetros pH, conductividad y solidos disueltos totales cumplen con los LMP con valores de 7.36, 73.33 umho/cm y 32.33 mg/L respectivamente; sin embargo, la turbiedad (21.33 UNT) no cumple con los LMP. Después de la aplicación de los filtros, el filtro 1, filtro 2 y filtro 3 incrementaron notablemente la conductividad y los sólidos disueltos totales. En cuanto a los sólidos disueltos totales obtuvieron valores de 173.75 mg/L, 85 mg/L y 497.5 mg/L para el filtro 1, filtro 2 y filtro 3 respectivamente. Por otro lado, la turbiedad y solidos disueltos totales del filtro 1 si cumplen con los LMP con valores de 1.5 UNT y 173.75 mg/L respectivamente.

Del objetivo específico 2; los parámetros microbiológicos del agua antes Coliformes totales 998.33, Coliformes termo tolerantes 867.67 y Bacterias heterotróficas 292. No cumpliendo la normativa. Después del uso del filtro de carbón activado los 3 filtros redujeron los niveles de coliformes totales, coliformes termo tolerantes y bacterias heterotróficas significativamente, siendo el filtro con 1kg con mayor reducción. Sin embargo, estos resultados obtenidos no cumplen con los límites máximos permisibles establecido en el DS. N° 031-2010-SA.

RECOMENDACIONES

Continuar la investigación probando otras cantidades de carbón activado en el filtro, para seguir evaluando la eficacia del filtro y obtener un diseño más acertado que pueda disminuir aún más los niveles de coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterotróficas.

Según los resultados obtenidos en la pre caracterización del agua, es necesario buscar otras fuentes de agua para el consumo humano en cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 – SA.

Realizar visitas de seguimiento a las instalaciones de los filtros para asegurar el buen funcionamiento y a su vez, realizar mantenimientos y limpieza de manera regular para garantizar el correcto flujo de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apella, M. C., & Araujo, P. Z. (2005). Microbiología de agua: Conceptos básicos. En *Tecnologías solares para la desinfección y descontaminación del agua*. Universidad Nacional de San Martín. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/132795>
- Bonilla Abarca, L., Bermeo Garay, M., Bonilla Bermeo, S., & Viteri García, I. (2017). Tratamiento de Aguas Residuales de textilera utilizando carbón activado (1a ed.). Grupo Compás.
- Bravo, K., & Garzón, A. (2017). Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial de coco (cocos nucifera) para remoción de contaminantes en agua. Manabí: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/606>
- Calderón, H. (2019). Remoción de arsénico mediante el uso del biofiltro de carbón activado a base de cáscara de manzana para el tratamiento de aguas subterráneas empleadas para el consumo humano de la comunidad campesina San Marcos de la Aguada. Huánuco: Universidad de Huánuco.
- Contreras, R., Hernández, I., González, R., García, A., & Arriaga, M. (2013). Remoción de azul de metileno en medio acuoso mediante el uso de bagazo de caña de azúcar y rastrojo de maíz modificados con iones SO₄²⁻ y PO₄³⁻. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 4(1), 29-37.
- Cruz, G., Guzmán, V., Rimaycuna, J., Alfaro, R., Cruz, J., Agurre, D., & Ubillus, E. (2016). Tratamiento complementario de agua potable utilizando un filtro de carbón activado impregnado con quitosano producidos a partir de biomasa residual. *Revista de Investigación Científica*, 12(1), 65-74.
- García, R., & Granillo, Y. (2017). Evaluación de las condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo de cáscara de naranja valencia (*Citrus Sinensis* Linn Osbeck), laboratorios de química UNAN-

Managua, II semestre 2106. Managua: Universidad Nacional autónoma de Nicaragua. Obtenido de <https://1library.co/document/yn417wjz-evaluacion-condiciones-operacionales-preparacion-cascara-laboratorios-quimicasemestre.html>

Gómez, A., Rincón, S., & Wolfgang, K. (2010). Carbon Activado de Cuesco de Palma Estudio de Termogravimetría y Estructura (GmbH, Kassel). <https://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-820-0.volltext.frei.pdf>

Groso Cruzado, G. (1997). El Carbon Activado Granular: Para el tratamiento del Agua. Aconcagua. <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/carbon-activado/que-es-carbon-activado/>

Gutiérrez, M. (2019). Propuesta de un filtro purificador con material seleccionado para el tratamiento del agua destinada al uso doméstico en la localidad de Tomayquichua” Universidad de Huánuco – Huánuco. Huánuco: Universidad de Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2074>

Hernández Sampieri, R. (2018). Metodología de la Investigación: Las rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta (Primera edición). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.

Infante, D. (2018). Carbón activo granular, en la mejora de la calidad del agua potable. Cajamarca: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12672>

International Ombudsman Institute. (25 de abril de 2019). Más de 5 000 personas estan expuestas a contraer enfermedades por consumo de agua sin tratar. Obtenido de <https://www.theioi.org/ioi-news/current-news/mas-de-5-000-personas-estan-expuestas-a-contraer-enfermedades-por-consumo-de-agua-sin-tratar>

- Kaushik, A., Basu, S., Singh, K., Batra, V., & Balakrishnan, M. (2017). Activated carbon from sugarcane bagasse ash for melanoidins recovery. *Journal of Environmental Management*, 200, 29-34. doi:10.1016/j.jenvman.2017.05.060
- Lerma Gonzáles, H. D. (2009). *Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto* (4a, ed eds.). Eco Ediciones.
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica*(3), 34-39.
- Lozano-Rivas, W. A., & Lozano Bravo, G. (2015). *Potabilización del agua: Principios de diseño, control de procesos y laboratorio* (Primera). Universidad Piloto de Colombia.
- Luna, D., González, A., Gordon, M., & Martín, N. (2007). Obtención de carbón activado a partir de cáscara de coco. *Contactos*(64), 39-48. Obtenido de http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n64ne/carbon_v2.pdf
- Martinez, C. F. (2012). *Preparacion y Caracterizacion de Carbon Activo a partir de Lignina para su Aplicacion en Procesos de Descontaminacion de Aguas*. 21,22,23,24,25,26,27,28. Madrid, España: Universidad Autonoma de Madrid.
- Menya, E., Olupot, P., Storz, H., Lubwama, M., & Kiros, Y. (2018). Production and performance of activated carbon from rice husks for removal of natural organic matter from water: A review. *Chemical Engineering Research and Design*, 129, 271-296. doi: 10.1016/j.cherd.2017.11.008
- Mesa de Concertación. (14 de febrero de 2020). Reunión de urgencia para tratar problemática del agua potable y declaratoria de emergencia sanitaria y ambiental de Huánuco. Obtenido de <https://www.mesadeconcertacion.org.pe/noticias/huanuco/coordinador-regional-participo-de-reunion-extraordinaria-para-tratar-el-problema-del-agua-potable-de-huanuco-amarilis-y-pillco-marca>

- MINAM. (2015). Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en Sitios Contaminados. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2682-guia-para-la-elaboracion-de-estudios-de-evaluacion-de-riesgos-a-la-salud-y-el-ambiente-ersa-en-sitios-contaminados>
- MINSA. (2010). Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>
- Navarro, P., & Vargas, C. (2010). Efecto de las propiedades físicas del carbón activado en la adsorción de oro desde medio cianuro. *Revista de Metalurgia*, 46(3), 227-239. doi: 10.3989/revmetalm.0929
- Pedraza, A., & Rosas, R. (2011). Evaluación para sistemas de bombeo de agua: Manual de eficiencia energética. Inter-American Development Bank.
- Peña, K., Giraldo, L., & Moreno, J. (2012). Preparación de carbón activado a partir de cáscara de naranja por activación química. Caracterización física y química. *Revista Colombiana de Química*, 41(2), 311-323. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3090/309028756010.pdf>
- Peñafiel, P. (2010). ¿Qué es un filtro de carbón activado? *Revista Vinculando*. Obtenido de https://vinculando.org/microblogging/que_es_un_filtro_de_carbon_activado.html
- Pradana Pérez, J. Á., Gallego Picó, A., García Avilés, J., Bravo Jagüe, J. C., García Mayor, M. A., & Paniagua Gonzáles, G. (2019). Criterios de Calidad y Gestión del Agua Potable. UNED.
- Ríos, S., Agudelo, R., & Gutiérrez, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247. doi: <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>.
- Rondina, D., Ymbong, D., Cadutdut, M., Nalasa, J., Paradero, J., Mabayo, V.,

& Arazo, R. (2019). Utilization of a novel activated carbon adsorbent from press mud of sugarcane industry for the optimized removal of methyl orange dye in aqueous solution. *Applied Water Science*, 9(181), 1-12. doi:10.1007%2Fs13201-019-1063-0

Rosero, M., & Guachi, P. (2019). Obtención de carbón mediante carbonización hidrotermal utilizando bagazo de caña. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17962>

Ruiz, L., & Orbegoso, K. (2019). Efiencia del carbón activado obtenido a partir del endocarpo de coco (cocos nucifera), en la remoción de la DB05 de las aguas residuales domésticas en el distrito de Habana - Moyobamba, 2018. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3345>

Santillán, K. (2020). Eficiencia del carbón activado obtenido del endocarpo de coco (cocos nucifera), para la reducción de color y turbiedad en el agua de escorrentía del sector San Lorenzo - Moyobamba 2018. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3942>

Silupú, C., Solis, R., Cruz, G., Gómez, M., Sólis, J., & Keiski, R. (2017). Caracterización de filtros comerciales para agua a base de carbón activado para el tratamiento de agua del río Tumbes- Perú. *Revista Colombiana de Química*, 46(3), 37-45. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v46n3.62146>

Ventura, J. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana Salud Pública*, 43(4), 648-649.

Zarza, L. (2019, octubre 17). ¿Cuántos tipos de agua hay? [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/cuantos-tipos-agua-hay>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Chacón Cercedo, J. (2025). *Efecto de un filtro a base de carbón activado granular de caña de azúcar (saccharum officinarum) sobre la calidad del agua potable en el centro poblado de Casha, Huánuco-2022*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

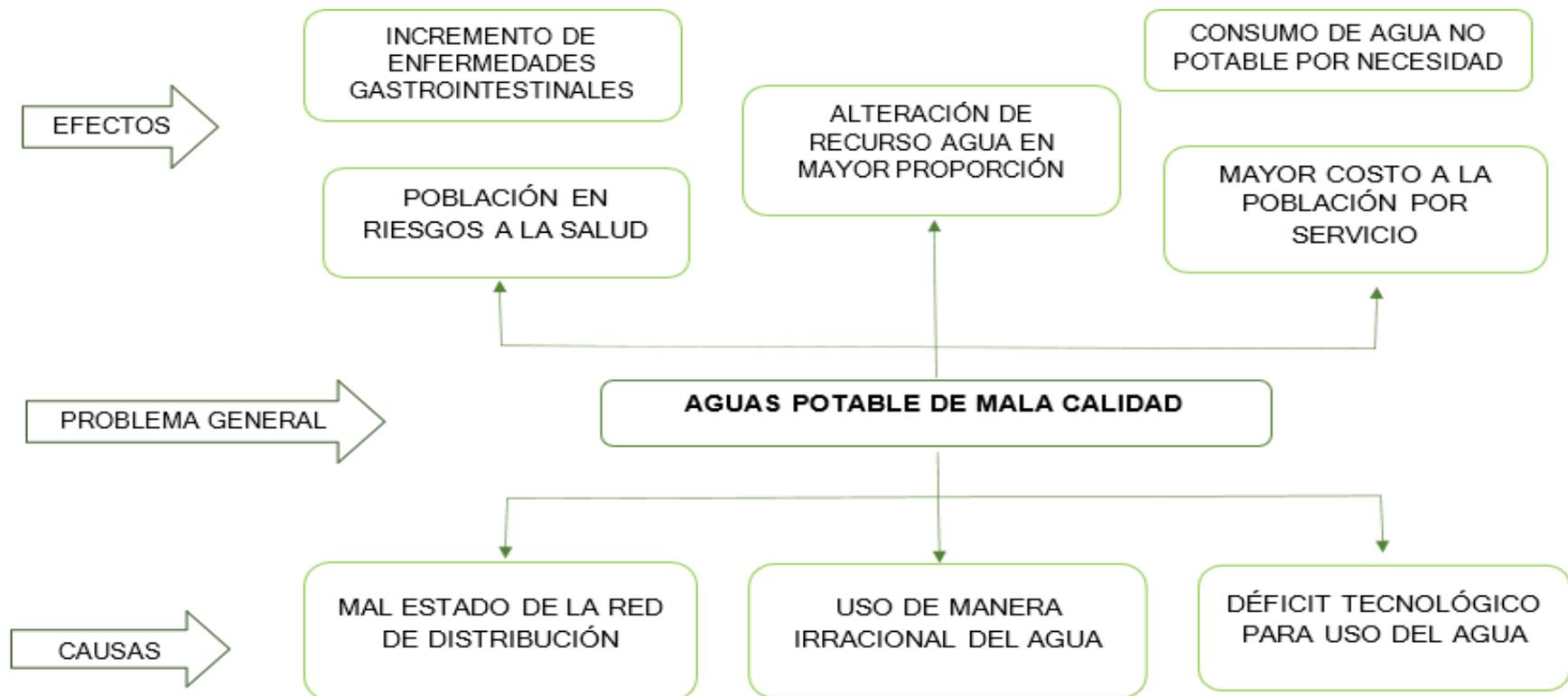
Título: “Efecto de un filtro a base de carbón activado granular de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) sobre la calidad del agua potable en el Centro Poblado de Casha, Huánuco-2022”

Tesista: Bach. Chacón Cercedo, Jacqueline Sarahi

Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Variables/Indicadores	Metodología
¿Cuál es el efecto del filtro con carbón activado granular de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) sobre la calidad del agua potable en el Centro Poblado de Casha, Huánuco?	Evaluar el efecto del filtro con carbón activado granular de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) sobre la calidad del agua potable en el Centro Poblado de Casha, Huánuco.	H1: La filtración con carbón activado granular de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) tiene efecto sobre la calidad del agua potable del centro poblado de Casha.	Variable independiente: Filtro de carbón activado granular de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) Variable dependiente: Calidad de agua potable	Tipo: aplicada Enfoque: cuantitativo. Nivel: Explicativo
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	H0: La filtración con carbón activado granular de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) no tiene efecto sobre la calidad del agua potable del centro poblado de Casha.	Características físico-químico: <ul style="list-style-type: none"> • Color • Olor • Temperatura • Turbidez • Cloruros • Nitratos • pH Características microbiológicas: <ul style="list-style-type: none"> • Bacterias coliformes totales. • Coliformes termotolerantes 	Diseño: Experimental (pretest – posttest) Población y muestra: dos muestras iniciales (pre test) y cinco muestras finales por cada grupo operacional en total diez (post test).
¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua antes y después del uso del filtro de carbón activado granular de caña de azúcar de agua potable del Centro Poblado de Casha?	Evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua antes y después del uso del filtro de carbón activado granular de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>).			
¿Cuáles son los parámetros microbiológicos del agua antes y después del uso del filtro de carbón activado granular de caña de azúcar de agua potable del Centro Poblado de Casha?	Evaluar los parámetros microbiológicos del agua antes y después del uso del filtro de carbón activado granular de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>). Diseñar filtros a partir de la obtención de carbón activado de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>).			

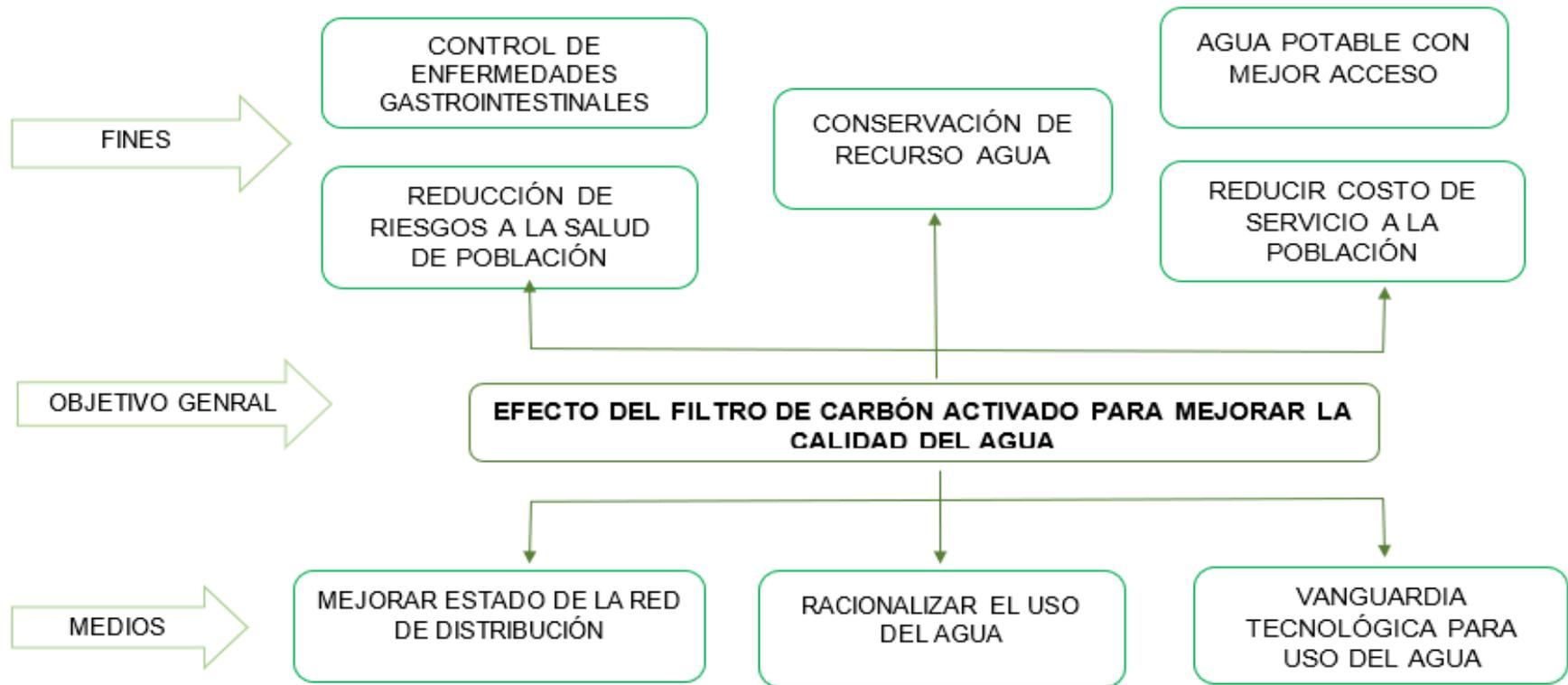
ANEXO 2

DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS



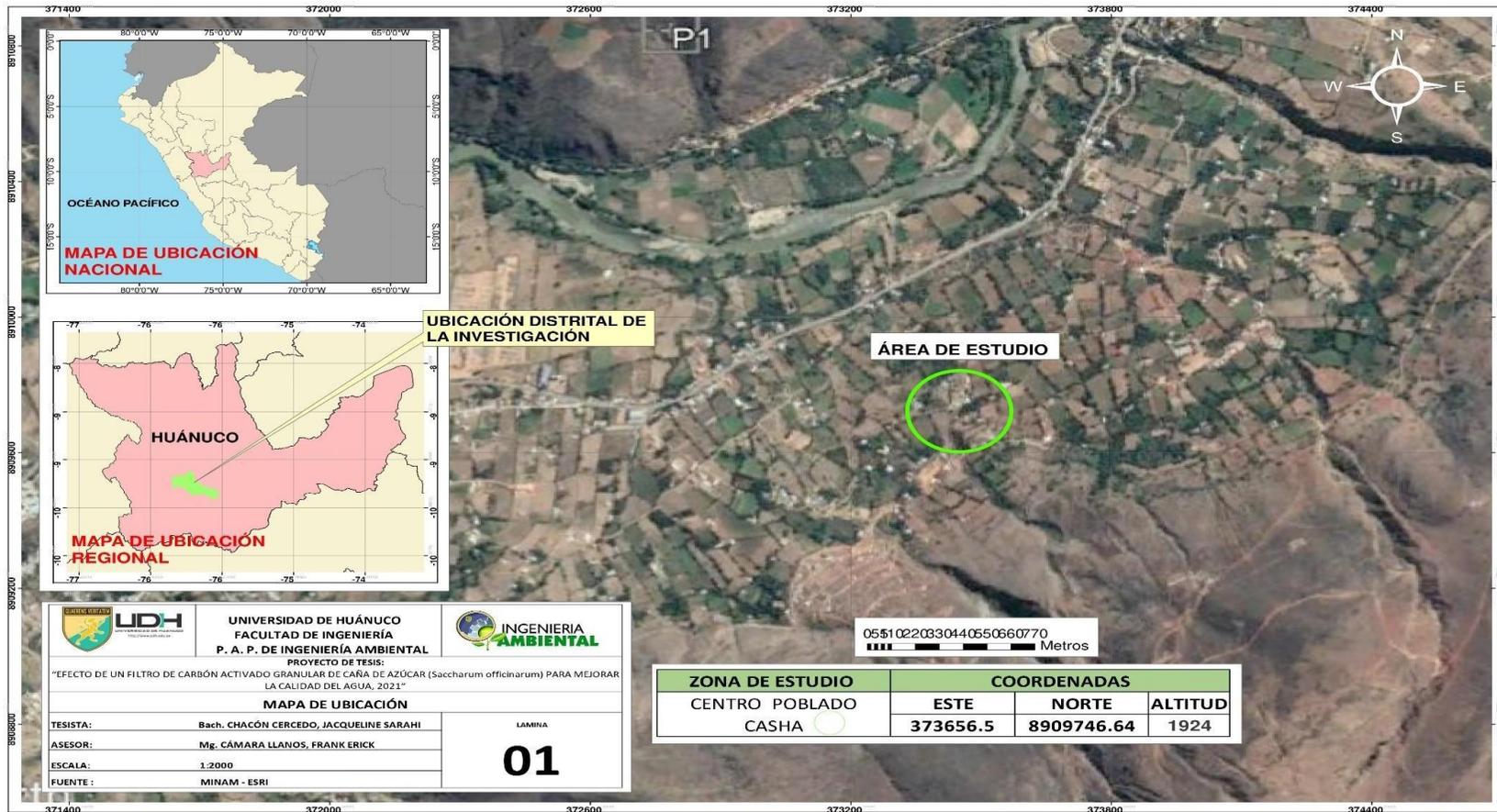
ANEXO 3

DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 4

MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



ANEXO 5

FICHA DE RECOLECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICO

		UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL																	
“EFECTO DE LA FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO GRANULAR DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i>) PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO CASHA, HUÁNUCO-2023”																			
TESISTA:			JACQUELINE SARAHÍ CHACÓN CERCEDO																
MES DE MONITOREO:			NOVIEMBRE							FECHA:								21/11/2022 a 24/11/2022	
Filtro	Día	Hora	Carbón activado(Kg)	Caudal (L/min)	Volumen de agua tratada(L)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales	Turbidez	Cloruros	Ph	Nitratos	Color	Cloro	Bacterias coliformes totales	Coliformes termo tolerantes	Bacterias heterotróficas	T(°C)		
P1	21/11/2022	09:40	1,5	0,000695	1	467	234	6	1,56	5,2	0,9	8	0	582	365	177	22		
	22/11/2022	10:20	1,5	0,000695	1	318	159	0	1,58	5,0	0,9	0	0	388	156	100	23		
	23/11/2022	10:00	1,5	0,000695	1	301	151	0	1,5	5,2	0,9	0	0	102	67	45	23		
	24/11/2022	11:00	1,5	0,000695	1	301	151	0	1,5	5,2	0,9	0	0	77	51	25	23		
P2	21/11/2022	09:40	0	0,000695	1	230	115	20	1,5	6,7	0,9	69	0	978	800	302	23		
	22/11/2022	10:20	0	0,000695	1	189	95	0	1,5	6,7	0,9	0	0	959	805	302	22		
	23/11/2022	10:00	0	0,000695	1	130	65	0	1,5	7,0	0,9	0	0	810	609	189	23		
	24/11/2022	11:00	0	0,000695	1	130	65	0	1,5	7,0	0,9	0	0	519	401	183	23		
P3	21/11/2022	09:40	1	0,000695	1	870	435	2	1,58	3,4	0,9	4	0	88	73	72	22		
	22/11/2022	10:20	1	0,000695	1	1058	529	0	1,6	3,1	0,9	0	0	0	0	20	23		
	23/11/2022	10:00	1	0,000695	1	1026	513	0	1,7	3,2	0,9	0	0	0	0	19	23		
	24/11/2022	11:00	1	0,000695	1	1026	513	0	1,7	3,1	0,9	0	0	0	0	19	23		

ANEXO 6

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO EMITIDO POR C.S SANTA MARÍA DEL VALLE



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”.

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS Y ALIMENTOS

SOLICITANTE: C.S. SANTA MARIA DEL VALLE
 DISTRITO: SANTA MARIA DEL VALLE
 PROVINCIA: HUANUCO
 DEPARTAMENTO : HUANUCO

REG.: 42 -2022- LMAA-LRRSP- HCO

FECHA DE MUESTREO: 02/02/2022 HORA: 00/01/1900 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 02/02/2022 HORA: 14 pm:

MUESTRA PRESERVADA

MUESTRA TOMADA:

INTERESADO

RESULTADOS

MICROREDES Y EE.SS. LOCALIDADES	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	Nº. DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS						ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS			
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	PH	Cl	Coli. T. UFC/100ml	Coli Term. UFC/100ml	Bacterias heterotr	E.coli UFC/100
SANTA MARIA DEL VALLE	CONEX. DOMICILIA	MANANTIAL	142	40	21	0	0	7,3	0,5	0	0	100	0
MARCOPATA	CONEX. DOMICILIA	MANANTIAL	143	16	9	0	0	6,9	0	1040	929	201	15
TAULLIGAN	CONEX. DOMICILIA	MANANTIAL	144	66	32	0	0	7,1	0	154	56	137	0
HUAYRAJIRCA	CONEX. DOMICILIA	MANANTIAL	145	33	17	3	8	6,9	0	991	731	200	0
CASHA	CONEX. DOMICILIA	MANANTIAL	146	31	16	1	2	7,2	0	1040	901	254	0
DESPENSA	CONEX. DOMICILIA	MANANTIAL	147	20	11	4	9	6,9	0	1040	832	237	0
Límites Máximos Permisibles según RM 031 - MINSA				1500	1000	5	15	6,5-8,5	0,5	0	0	500	0

SE RECOMIENDA EL USO Y CONTROL DE CLORO EN RESERVORIO PARA SER CONSUMIDA COMO AGUA SEGURA.
 LAS MUESTRAS SON RECEPCIONADAS DE LUNES A JUEVES.

HUANUCO, viernes, 11 de febrero de 2022

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUANUCO
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
 Mdra. María Virginia Cárdenas Mina
 Cofe 4540
 Encargada de

DIRECCION DE LABORATORIO REGIONAL DE SALUD PUBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017
 (062) 590200





REG: 011-2022-LMAA-LRRSHCO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE : JACQUELINE SARAHÍ CHACÓN CERCEO
LOCALIDAD : CASHA
DISTRITO : SANTA MARÍA DEL VALLE
PROVINCIA : HUANUCO
DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTREO: 23-11-2022 HORA: 10:00 a.m. FECHA DE ANÁLISIS: 23-11-2022 HORA: 14:30 pm.
MUESTRA TOMADA: INTERESADO CANTIDAD DE MUESTRA: 03 frasco de plástico x 1000 ml.
MUESTRA ADITADA SI () NO () PUNTO DE MUESTREO: RESERVORIO

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS FÍSICO SENSORIALES

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P3
OLOR	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
SABOR	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P3
COLOR UCV escala plato	15	0	0	0
TURBEDAD UNT	5	0	0	0
PH	6,5 a 8,5	5,2	7,0	3,2
CONDUCTIVIDAD $\mu\text{mho/cm}$	1 500	301	130	1026
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS mg L^{-1}	1 000	151	65	513
TEMPERATURA $^{\circ}\text{C}$...	23	23	23
CLORUROS mg Cl^{-1}	250	1,5	1,5	1,7
NITRATOS mg NO_3^{-1}	0,20	0,9	0,9	0,9
CLORO	0,5	0	0	0

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P3
COLIFORMES TOTALES	0 UFC/100ml	102	810	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	0 UFC/100ml	67	609	0
BACTERIAS HETERÓTRÓFICAS	0 UFC/100ml	45	183	19

Criterios basados en el D.S. No. 031-2010-S "Reglamento de la Calidad de Agua de consumo Humano"

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PÚBLICA
LABORATORIO REGIONAL
[Firma]
Bepi Arángel, Médico Regista Generalista Microbiología
COSP 4543
Huancayo, Perú

HUANUCO, 25 de noviembre 2022

J. Damián Serrán 1017- Huánuco.
Teléfono: (052) 656200
Página web: www.direschuanuco.gob.pe

[Firma]
Nuestro compromiso es contigo



REG. 011-2022-LMAA-LRRSHCO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS

SOLICITANTE : JACQUELINE SARAHÍ CHACÓN CERCEO
LOCALIDAD : CASHA
DISTRITO : SANTA MARÍA DEL VALLE
PROVINCIA : HUÁNUCO
DEPARTAMENTO : HUÁNUCO

FECHA DE MUESTREO: 21-11-2022 HORA: 09:40 pm FECHA DE ANÁLISIS: 21-11-2022 HORA: 14:30 PM
MUESTRA TOMADA: INTERESADO CANTIDAD DE MUESTRA: 03 frascos de plástico x 1000 ml.
MUESTRA ADITADA: SI () NO () PUNTO DE MUESTREO: RESERVORIO

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS FÍSICO SENSORIALES

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P3
OLOR	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
SABOR	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P3
COLOR UCV escala pt/co	15	6	69	4
TURBIEDAD UNT	5	6	20	2
PH	6,5 a 8,5	5,2	6,7	3,4
CONDUCTIVIDAD umho/cm	1 500	467	250	870
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS mg/L ¹	1 000	234	115	435
TEMPERATURA °C	...	22	23	22
CLORUROS mg Cl- L ¹	250	156	1,5	1,56
NITRATOS mg NO ₃ L ¹	0,20	0,9	0,9	0,9
CLORO	0,5	0	0	0

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P2
COLIFORMES TOTALES	0 UFC/100ml	582	978	88
COLIFORMES TERMO-TOLERANTES	0 UFC/100ml	365	800	73
BACTERIAS HETEROTRÓFICAS	0 UFC/100ml	177	302	72

1. Criterios basados en el D.S. No. 031-2010-S "Reglamento de la Calidad de Agua de consumo Humano"

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

HUÁNUCO, HUÁNUCO 26 de noviembre 2022

Maria Regina Córdova Moya
CSP 4542
Mesa Area de Microbiología de Aguas
Teléfono: (052) 590200
Página web: www.diresahuano.gob.pe

Este documento es confidencial



REG. 001-2022-LMAA-LRRSHCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE : JACQUELINE SARAHÍ CHACÓN CERCEDO
LOCALIDAD : CASHA
DISTRITO : SANTA MARÍA DEL VALLE
PROVINCIA : HUANUCO
DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTREO: 24-11-2022 HORA: 11:00 am FECHA DE ANÁLISIS: 15-11-2022 HORA: 14:30 PM.
MUESTRA TOMADA: INTERESADO CANTIDAD DE MUESTRA: 01 frasco de plástico x 1000 ml.
MUESTRA ADITADA SI () NO () PUNTO DE MUESTREO: RESERVOIRIO

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS FÍSICO SENSORIALES

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P3
OLOR	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
SABOR	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P3
COLOR UCV escala pt/co	15	0	0	0
TURBEDAD UNT	5	0	0	0
PH	6,5 a 8,5	5,2	7,0	3,1
CONDUCTIVIDAD umho/cm	1 500	301	130	1026
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS mg/L ¹	1 000	151	65	513
TEMPERATURA °C	—	23	23	23
CLORUROS mg Cl- L ¹	250	1,5	1,5	1,7
NITRATOS mg NO ₃ L ¹	0,20	0,9	0,9	0,9
CLORO	0,5	0	0	0

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P2
COLIFORMES TOTALES	0 UFC/100ml	77	519	0
COLIFORMES TÉRMOTOLERANTES	0 UFC/100ml	51	401	0
BACTERIAS HETEROTRÓFICAS	0 UFC/100ml	25	183	19

Criterios basados en el D.S No. 031-2010-S "Reglamento de la Calidad de Agua de consumo Humano"

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
LABORATORIO REGIONAL DE SALUD PÚBLICA

HUANUCO, 28 de noviembre 2022

Esmeralda María Rojas Córdova Alvarado
Especialista en Microbiología de Aguas y Alimentos

J. Damazo Berlan 1017 - Huánuco.
Teléfono: (053) 590200
Página web: www.droshuanuco.gub.pe

Tus datos personales en custodia



REG: 011-2022-LMAA-LRRSHCO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE : JACQUELINE SARAHÍ CHACÓN CERCEO
LOCALIDAD : CASHA
DISTRITO : SANTA MARIA DEL VALLE
PROVINCIA : HUANUCO
DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTREO: 15-11-2022 HORA: 12:00 pm FECHA DE ANÁLISIS: 15-11-2022 HORA: 14:30 PM
MUESTRA TOMADA: INTERESADO CANTIDAD DE MUESTRA: 01 frasco de plástico x 1000 ml.
MUESTRA ADITADA: SI () NO () PUNTO DE MUESTREO: RESERVORIO

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS FÍSICO SENSORIALES

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO PI
OLOR	Aceptable	Aceptable
SABOR	Aceptable	Aceptable

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO PI
COLOR UCV/ escala pt/co	15	77
TURBEDAD UNT	5	21
PH	6,5 a 8,5	7,4
CONDUCTIVIDAD umho/cm	1 500	73
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS mg/L	1 000	32
TEMPERATURA °C	...	23
CLORUROS mg O ₂ L ⁻¹	250	155
NITRATOS mg NO ₃ L ⁻¹	0,20	0,9
CLORO	0,5	0

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO PI
COLIFORMES TOTALES	0 UFC/100ml	1000
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	0 UFC/100ml	867
BACTERIAS HETEROTRÓFICAS	0 UFC/100ml	291

Cráterios basados en el D.S. No. 031-2010-S "Reglamento de la Calidad de Agua de consumo Humano"

TECNICAS DE SALUD PÚBLICA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
LABORATORIO REGIONAL DE SALUD PÚBLICA

Algo Aluja, María Angélica Cárdenas Aluja
CIP: 40043
Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

HUANUCO, 28 de noviembre 2022

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA DEL PERU"

Santa María del Valle, 03 de abril de 2021

OFICIO N° 161-2021-GR-HCO-DRS-HCO-RS-HCO-JMSSMV-CSSMV,

Sr. : ISAIS TOLENTINO VEGA
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DEL VALLE

ASUNTO : REPORTE DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
 SANTA MARÍA DEL VALLE
 MESA DE PARTES
 05 ABR 2021
 Expediente N° 770
 Folio 6963
 Firmar: [Firma] Folio: 2-

De mi mayor consideración,

Por medio de la presente es grato dirigirme a Ud. Con la finalidad de saludarlo cordialmente y a su vez poner en conocimiento que se ha realizado el muestreo de agua de consumo humano de la localidad de CASHA jurisdicción del Distrito de Santa María del Valle, el día 18 de marzo de 2021 para el respectivo análisis Microbiológico en el laboratorio de la DIRESA Huánuco, en cumplimiento al REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DS N° 031.2010-SA.

Se tuvo como resultado que el agua de consumo humano, **NO SE ENCUENTRA APTA PARA EL CONSUMO HUMANO, DEBIDO A LA PRESENCIA DE COLIFORMES.**

Micro Redes y Establecimientos	Punto de Muestreo	Fuente	N° de Muestra	Ensayos de Análisis Físico Químicos						Análisis Bacteriológicos			Calificación
				Cond. (us/cm)	Sal T. mg/l	Turb. UNT	pH	Color UCV	Cl	Coliformas Totales UFC/100 ml	Coliformas Termotóxicas UFC/100ml	Bacterias heterot. UFC/ml	
CASHA	Conexión Domiciliar	Manantial	483	46	23	0	7.6	2	0	38	17	564	NO APTA
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES RM 994-2008(MP)				1500	1000	5	6.5-8.5	10	0.5	0	0	500	

Motivo por el cual se le notifica a Ud. con carácter de **MUY URGENTE** para que tenga conocimiento y tome las medidas inmediatas respecto a la cloración, limpieza y desinfección de todos los componentes del sistema de agua de la localidad de CASHA y así garantizar el consumo de agua segura, evitando la transmisión de enfermedades que ponen en riesgo la salud de la población.

Sin otro particular, es propicia la oportunidad para reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Adjunto copia de reporte microbiológico.

Atentamente,


 M. G. [Nombre] [Cargo]
 C.O.P. 11170
 MICROLOGO ESPECIAL DEL VALLE

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
 SANTA MARÍA DEL VALLE
 ÁREA TÉCNICA MUNICIPAL
 5 0 ABR. 2021
RECIBIDO
 Exp. N° 770 Folio 13140
 Firmar: [Firma] Folio: 02

Santa María del Valle, Jr. Leoncio Prado 504, RPM #951061954

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE : JACQUELINE SARAHÍ CHACÓN CERCEDO
LOCALIDAD : CASHA
DISTRITO : SANTA MARÍA DEL VALLE
PROVINCIA : HUANUCO
DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTREO: 22-11-2022 HORA: 10:20 a.m. FECHA DE ANÁLISIS: 22-11-2022 HORA: 14:30 pm.
MUESTRA TOMADA: INTERESADO CANTIDAD DE MUESTRA: 03 frasco de plástico x 1000 ml.
MUESTRA ADITADA SI () NO () PUNTO DE MUESTREO: RESERVORIO

RESULTADOS DE PARAMETROS FISICO, QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS FÍSICO SENSORIALES

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P3
OLOR	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
SABOR	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P3
COLOR UCV escala pt/co	15	0	0	0
TURBEDAD UNT	5	0	0	0
PH	6,5 a 8,5	5,0	6,7	3,1
CONDUCTIVIDAD umho/cm	1 500	318	183	1058
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS mg/L ¹	1 000	159	56	529
TEMPERATURA °C	...	23	22	23
CLORUROS mg Cl- L ¹	250	1,58	1,5	1,6
NITRATOS mg NO ₃ L ¹	0,20	0,9	0,9	0,9
COLOR	0,5	0	0	0

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO P1	RESULTADO P2	RESULTADO P2
COLIFORMES TOTALES	0 UFC/100ml	388	959	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	0 UFC/100ml	156	805	0
BACTERIAS HETEROTRÓFICAS	0 UFC/100ml	100	302	20

Criterios basados en el D.S No. 031-2010-S "Reglamento de la Calidad de Agua de consumo Humano"

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PÚBLICA
LABORATORIO REGIONAL DE SALUD PÚBLICA
[Firma]
Mg. Mónica María Regina Córdova Álvarez
C.B.P. 4542
Área de Microbiología de Física y Alimentaria

HUANUCO, 28 de noviembre 2022

J. Camilo Benavente 1017 - Huánuco
Teléfono: (08) 590298
Página web: www.dresahuano.gob.pe

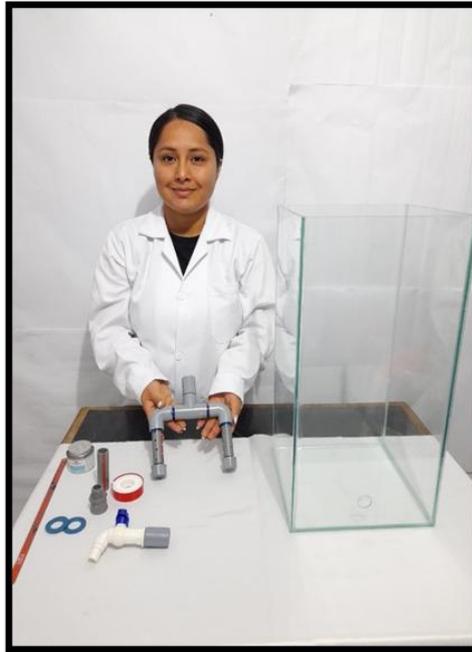
Nuestro compromiso es contigo

ANEXO 7

PANEL FOTOGRÁFICO

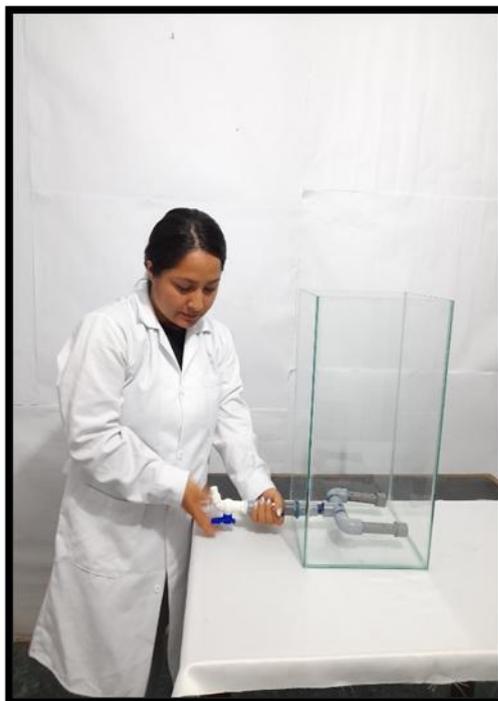
Fotografía 1

Construcción de los biofiltros



Fotografía 2

Prueba inicial de los biofiltros



Fotografía 3

Diseño de desfogue de los biofiltros



Fotografía 4

Tanque con contenido pre experimental del agua



Fotografía 5

Ubicación de 3 biofiltros



Fotografía 6

Secado de la materia prima para elaboración del carbón



Fotografía 7

Elaboración del carbón de caña de azúcar



Fotografía 8

Carbón de caña de azúcar



Fotografía 9

Armado de los biofiltros



Fotografía 10

Inspección por el asesor

