

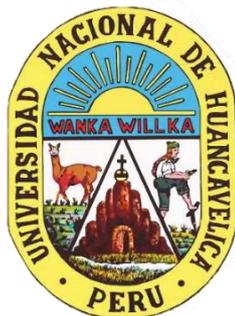
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por la ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AMBIENTAL Y SANITARIA



TESIS

**EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA REMOCIÓN
DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUA RESIDUAL PAUCARA (BARRIO PAMPA CRUZ)-2021**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TECNOLOGÍA AMBIENTAL Y/O SANITARIA

PRESENTADO POR:

Bach. SANTOYO ZUÑIGA MAYUMI XIOMY

Bach. PAUCAR ALARCON GABRIELA MARGARITA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

HUANCAVELICA, PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 11 días del mes de mayo del año 2023, a horas 3:00 p.m., se reunieron los miembros del jurado calificador conformado de la siguiente manera:

- PRESIDENTE** : Dr. Víctor Guillermo SÁNCHEZ ARAUJO
<https://orcid.org/0000-0002-7702-0881>
 DNI N° 40446828
- SECRETARIO** : Mg. Wilfredo SÁEZ HUAMÁN
<https://orcid.org/0000-0002-3114-8134>
 DNI N° 23274838
- ASESOR** : Dr. Pedro Antonio PALOMINO PASTRANA
<https://orcid.org/0000-0001-7833-6805>
 DNI N° 23275655

Designados con Resolución de Decano N° 034-2023-FCI-UNH, de fecha 23 de marzo del 2023, a fin de proceder el acto académico de evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PAUCARA (BARRIO PAMPA CRUZ)-2021", presentada por las Bachilleres Mayumi Xiomy SANTOYO ZUÑIGA con DNI N° 72846967 y Gabriela Margarita PAUCAR ALARCON con DNI N° 72174661, a fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitario; Finalizado la evaluación a horas 4:05 p.m.; se invitó al público presente y a las sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los jurados, se llegó al siguiente resultado:

Bach. Mayumi Xiomy SANTOYO ZUÑIGA

APROBADO POR...*UNANIMIDAD*...

DESAPROBADO POR.....

Bach. Gabriela Margarita PAUCAR ALARCON

APROBADO POR...*UNANIMIDAD*...

DESAPROBADO POR.....

En señal de conformidad, firmamos a continuación:


 Presidente


 Secretario


 Asesor


 Bº Decano

Título

EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE PAUCARA (BARRIO PAMPA CRUZ)-2021

Autoras

Bach. SANTOYO ZUÑIGA MAYUMI XIOMY

Bach. PAUCAR ALARCON GABRIELA MARGARITA

Asesor

Dr. PEDRO ANTONIO PALOMINO PASTRANA

<https://orcid.org/0000-0001-7833-6805>

DNI 23275655

Dedicatoria

MAYUMI XIOMY

Dedico esta tesis con todo mi amor y cariño a mi familia, por el apoyo brindado y sus consejos en cada momento para seguir adelante, en mi meta.

GABRIELA MARGARITA

A mis padres María y Epifanio, por su esfuerzo y sacrificio.

A mi hermana y hermanos: Maud, David, Juber y Edwin; por brindarme su comprensión y motivación.

A mis docentes y compañeros, los cuales me ayudaron a mi crecimiento como profesional, compartiendo sus conocimientos y así lograr cumplir una meta más en mi camino.

Muchas gracias.

Agradecimiento

A nuestros docentes universitarios quienes compartieron sus conocimientos y experiencias durante nuestro paso por la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y sanitaria.

A nuestro asesor Dr. Pedro Antonio Palomino Pastrana por su guía y apoyo en la elaboración de nuestro proyecto, brindando su sapiencia aplicada en la tesis.

De igual manera al Ing. Julio Daniel Enríquez Quispe quien nos brindó su apoyo en desarrollo estadístico para la validación de nuestros resultados.

Y a los encargados de la planta de tratamiento de agua residual por permitirnos el ingreso para realizar nuestro trabajo de investigación.

Las tesisistas.

Tabla de contenido

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Título.....	iii
Autoras.....	iv
Asesor.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Tabla de contenido.....	viii
Tabla de contenidos de tablas.....	xi
Tabla de contenidos de figuras.....	xii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Introducción.....	xvi
CAPÍTULO I.....	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2 Formulación del problema.....	20
1.2.1 Problema general.....	20
1.2.2 Problema específicas.....	21
1.3 Objetivos.....	21
1.3.1 Objetivo general.....	21
1.3.2 Objetivos específicos.....	21
1.4 Justificación.....	22

CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes del estudio.....	23
2.2. Bases teóricas	26
2.2.1. Aguas residuales	26
2.2.2. Microorganismos indicadores de la calidad del agua.....	31
2.2.3. Métodos para la determinación de los microorganismos PTAR	32
2.2.4. Sistema de medición DBO	32
2.3. Definición de términos básicos	34
2.4. Hipótesis	34
2.4.1. Hipótesis general	34
2.4.2. Hipótesis específicas	35
2.5. Variables	35
2.5.1. Variables independiente	35
2.5.2. Variable dependiente	35
2.5.3. Variables intervinientes	35
2.5.4. Operacionalización de variables.....	35
CAPÍTULO III.....	38
MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1. Ámbito temporal y especial	38
3.1.1. Ámbito temporal.....	38
3.1.2. Ámbito espacial	38
3.2. Tipo de investigación.....	39
3.3. Nivel de investigación.....	39
3.3.1. Método de investigación.....	40

3.3.2. Diseño de investigación.....	40
3.4. Población, muestra y muestreo	41
3.4.1. Población	41
3.4.2. Muestra	41
3.4.3. Muestreo	41
3.5. Instrumentos y técnicas para la recolección de datos	41
3.5.1. Técnica:	41
3.5.2. Instrumentos:	42
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	55
3.6.1. Técnica	55
3.6.2. Procesamiento.....	55
CAPÍTULO IV	56
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
4.1. Presentación de resultados	56
4.2. Prueba de hipótesis	61
4.2.1. Principios de la investigación	62
4.2.2. Pasos de la prueba de hipótesis	63
4.3. Discusión de resultados.....	70
Conclusiones	73
Recomendaciones.....	74
Referencias bibliográficas	75
Apéndice	78

Tabla de contenidos de tablas

Tabla 1 Rangos de medición y volumen de muestra.....	33
Tabla 2 Definición operativa de variables.	36
Tabla 3 Diluciones seriadas de la muestra de agua PTAR – Paucara (Barrio Pampa Cruz).....	54
Tabla 4 Análisis de la temperatura.....	57
Tabla 5 Eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅).	58
Tabla 6 Eficiencia de remoción de los coliformes totales.....	59
Tabla 7 Estadística descriptiva de los parámetros químicos en los puntos de monitoreo.	61
Tabla 8 Test de normalidad.....	62
Tabla 9 Test de homogeneidad de varianzas.....	62
Tabla 10 Análisis de Varianza (ANOVA) para eficiencia de remoción.....	66
Tabla 11 Análisis de varianza (ANOVA) para DBO.....	67
Tabla 12 Análisis de varianza (ANOVA) coliformes totales.....	68

Tabla de contenidos de figuras

Figura 1 Ubicación y localización del área de estudio.....	39
Figura 2 Obteniendo muestras de agua residual.	43
Figura 3 Materiales e instrumentaria para la recolección de muestras.	44
Figura 4 Planta de Tratamiento de Agua Residual.....	45
Figura 5 Guía por parte del encargado de la PTAR.....	45
Figura 6 Muestra para la obtención de parámetro de campo.	46
Figura 7 Medición del parámetro de temperatura.	46
Figura 8 Registro de datos obtenidos.	47
Figura 9 Muestra tomada en el sedimentador.	47
Figura 10 Observación de datos en el multiparámetro.....	48
Figura 11 Control de resultados en la cámara de CO2.	49
Figura 12 Sistema de medición DBO BD 600.....	50
Figura 13 Especificaciones del Caldo Billa Brillante.	52
Figura 14 Técnica del número más probable.	52
Figura 15 Técnica del número más probable.	53
Figura 16 Lectura de los tubos positivos y negativos.	54
Figura 17 Valor crítico y el valor de Fisher para la temperatura.	66
Figura 18 Valor crítico y el valor de Fisher para la DBO.....	67
Figura 19 Valor crítico y el valor de Fisher para coliformes totales.....	68
Figura 20 Reconocimiento del lugar barrio Pampa Cruz.....	81
Figura 21 Ubicación y reconocimiento del lugar Pampa Cruz.	81
Figura 22 Reconocimiento de los materiales a utilizar.	82
Figura 23 Colección de la muestra de agua residual y toma de datos in situ.....	82
Figura 24 Monitoreo 2 para colección de la muestra.	83
Figura 25 Colección de muestra de agua residual para el proceso de remoción... 83	
Figura 26 Lectura de datos con el multiparámetro.....	84
Figura 27 Colección de la muestra de agua residual.....	84
Figura 28 Monitoreo 2 colección de muestra para análisis químico.....	85
Figura 29 Monitoreo 3 colección de muestras.	85

Figura 30 Proceso de traslado de la muestra en cooler.	86
Figura 31 Preparación de la muestra y las dosis.	86
Figura 32 Identificación de la PTAR pampa Cruz.	87
Figura 33 Análisis de DBO de la muestra ya incubada.	87
Figura 34 Lectura antes de la incubación.	88
Figura 35 Proceso de digestión a 150 °C las muestras incubadas.	88
Figura 36 Lectura y proceso de determinación en los tratamientos (T1, T2 y T3).	89
Figura 37 Proceso de incubación de (T1, T2 y T3).	89
Figura 38 Análisis después del proceso de incubación.	90
Figura 39 Análisis de DBO5 para los tratamientos de incubación.	90
Figura 40 Proceso de análisis de las muestras.	91
Figura 41 Análisis de digestión Tratamiento 2.	91
Figura 42 Lectura de la curva de DBO5.	92
Figura 43 Preparación de las muestras.	92

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la eficiencia de los microorganismos en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021. Se utilizó microorganismos eficaces de marca EM-AGUA el cual está compuesto de: Bacterias fotosintéticas (*Rhodospirillum rubrum* spp), Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* spp) y Levaduras (*Sacharomyces* spp) se utilizó la dosis de 1.5 litro de microorganismo eficaces EM-AGUA en 30 litros de agua residual por cada monitoreo, se utilizó dos repeticiones. Obteniendo los siguientes resultados los microorganismos eficaces son eficientes en la remoción de materia orgánica de la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021. Se determinó que los microorganismos son eficaces en el parámetro temperatura con valores de 11.56°C en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021. Se determinó que los microorganismos son eficaces en la remoción de materia orgánica en el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), presentando un valor de 82.36 mg/L En la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz). Se determinó que los microorganismos son eficaces en la remoción de materia orgánica en el parámetro Coliformes totales (CTT), que presentó un valor de 301.39 NMP 100 / mg/L. En conclusión, los microorganismos eficaces son eficientes en la remoción de materia orgánica según los parámetros considerados y por lo tanto cumplen con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz).

Palabras clave: microorganismos, eficaces, DBO, coliformes totales.

Abstract

The objective of this research work was to determine the efficiency of microorganisms in the removal of organic matter in the wastewater treatment plant of Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021. Effective microorganisms of the EM-AGUA brand were used, which are composed of: Photosynthetic bacteria (*Rhodospirillum rubrum* spp), Lactic acid bacteria (*Lactobacillus* spp) and yeasts (*Sacharomyces* spp) was used the dose of 1.5 liter of effective microorganism EM-AGUA in 30 liters of wastewater for each monitoring, two repetitions were used. The following results were obtained: the effective microorganisms are efficient in the removal of organic matter from the wastewater treatment plant of Paucara (Pampa Cruz neighborhood)-2021. It was determined that the microorganisms are effective in the temperature parameter with values of 11.56°C in the Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 wastewater treatment plant. It was determined that the microorganisms are effective in the removal of organic matter in the biochemical oxygen demand (BOD5) parameter, with a value of 82.36 mg/L at the Paucara wastewater treatment plant (Barrio Pampa Cruz). It was determined that the microorganisms are effective in the removal of organic matter in the parameter Total Coliforms (CTT), which presented a value of 301.39 NMP 100 / mg/L. In conclusion, the effective microorganisms are efficient in the removal of organic matter according to the parameters considered and therefore comply with Supreme Decree No. 003-2010-MINAM, maximum permissible limits for effluents from domestic or municipal wastewater treatment plants. in the wastewater treatment plant of Paucara (Barrio Pampa Cruz).

Keywords: microorganisms, effective, BOD, total coliforms.

Introducción

Desde el momento en que aparecieron las primeras poblaciones estables, la eliminación de las aguas residuales ha constituido un problema primordial para las sociedades humanas, ya que surgió la necesidad de deshacerse de las excretas. Durante las últimas décadas de este siglo, el mundo ha venido observando con inquietud, analizando y tratando de resolver una serie de problemas relacionados con la disposición de las aguas residuales procedentes del uso doméstico, agrícola e industrial, los sistemas de tratamiento de agua residual doméstica tienen como objetivo principal el reducir algunas características indeseables, de manera tal que el uso o disposición final de estas aguas, cumpla con las normas y requisitos mínimos definidos por las autoridades sanitarias (Espigares and Pérez 1985).

El acelerado crecimiento de la población y la eliminación inadecuada e insalubre de las heces humanas conduce a la contaminación del suelo y de fuentes de agua proporcionando los sitios y la oportunidad para ciertas especies de moscas y mosquitos para poner sus huevos, para reproducirse o para alimentarse del material expuesto y transportar infecciones. También atrae animales domésticos, roedores y otras alimañas que propagan las heces y con ellas el potencial para causar enfermedades. Además, a veces crea molestias intolerables tanto de olor como visual, todo esto ha traído consigo un problema de contaminación ocasionado por el vertimiento de las aguas residuales sin tratamiento. (Franceys et al. 1992).

Hay una serie de enfermedades relacionadas con las excretas y las aguas residuales que comúnmente afectan a las personas en los países en desarrollo, como las enfermedades contagiosas que son las infecciones intestinales y las infestaciones de helmintos, que incluyen el cólera, fiebre tifoidea, para tifoidea, disentería y diarrea, estas son las principales enfermedades transmisibles cuya incidencia puede reducirse con la introducción y eliminación segura de excretas. Por tanto, es prioritario generar proyectos para atenuar esta problemática, garantizando la descontaminación ambiental y la salud pública (Franceys et al. 1992).

Actualmente existen numerosas alternativas de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, la deficiente operación y mantenimiento y su baja adaptación al medio han ocasionado que estas fracasen, repercutiendo en grandes pérdidas para el estado. Por tanto, los tratamientos de aguas residuales por métodos naturales se presentan como una opción sostenible para las pequeñas y medianas poblaciones dada su alta eficiencia, bajos costos de operación y mantenimiento, facilidad de construcción, comparado con los sistemas convencionales.

La presente tesis pretende contribuir al conocimiento y valoración del entorno rural; sirviendo como antecedente e instrucción no solo al personal que desarrolla análisis rutinarios de muestras ambientales sino, a personas naturales, estudiantes y técnicos interesados en la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El agua libre de residuos, es expulsada a través de la conexión de salida de agua filtrada, la cual puede ser canalizada a un pozo de absorción, humedales o campo de oxidación (Citijal, 2017)

La característica más importante del filtro percolador, es su función de remoción de materia orgánica, la cual hace que se convierta en un producto único y práctico. Para esta función las bacterias son las encargadas de la degradación en el filtro percolador y se disminuya este parámetro.

Los filtros percoladores que son contenedores que nos ayudan a darle solución a las necesidades de tratamiento de sedimentos y aguas negras en zonas donde la carga orgánica es mayor siendo este proceso secundario adecuado. Este tipo de contenedores como el filtro percolador, nos ayudan al tratamiento de aguas domésticas eliminando la carga orgánica presente en el agua residual posibilitando la reutilización para el riego o simplemente para darles un tratamiento más óptimo y amigable para el medio ambiente (Citijal, 2017).

El proceso de un filtro percolador es sumamente sencillo; luego de recolectar las aguas residuales para el proceso la función puede ser aerobia y anaerobia. Una de las principales características del filtro percolador, es que tiene la particularidad de que el ingreso de agua es mediante aspersion para que la remoción sea más efectiva. (Citijal, 2017).

Como se explicó, en realidad es un proceso sencillo que deja muchas ventajas tanto para el hogar como para el medio ambiente (Citijal, 2017)

Las instalaciones de saneamiento interrumpen la transmisión de gran parte de las enfermedades fecales-orales en su origen principal, al prevenir la contaminación del agua y el suelo por la contaminación fecal humana

Un importante desafío para el estado es garantizar el acceso de toda la población, a servicios de agua potable y saneamiento, reconociendo la importancia que tienen para el cuidado de la salud pública, la superación de la pobreza, la dignidad humana, el desarrollo económico y la protección del medio ambiente

En 2015, el 39% de la población mundial (2900 millones de personas) utilizaba un servicio de saneamiento gestionado de forma segura —es decir, sus excrementos se eliminaban de forma segura in situ o se sometían a tratamiento en otro lugar (Organización Mundial de la Salud, 2013)

El 27% de la población mundial (1900 millones de personas) utilizaba instalaciones privadas de saneamiento conectadas al alcantarillado, desde el cual se trataban las aguas residuales (Organización Mundial de la Salud, 2013)

El 13% de la población mundial (900 millones de personas) utilizaba inodoros o letrinas en los que se eliminaban los excrementos in situ (Organización Mundial de la Salud, 2013)

El 68% de la población mundial (5000 millones de personas) utilizaba al menos un servicio básico de saneamiento (Organización Mundial de la Salud, 2013). 2300 millones de personas siguen sin tener instalaciones de saneamiento básicas como inodoros o letrinas que no estén compartidas con otras familias (Organización Mundial de la Salud, 2013)

De ellas, 892 millones todavía defecan al aire libre, por ejemplo en alcantarillas, detrás de arbustos o en masas abiertas de agua (Organización Mundial de la Salud, 2013)

Se estima que al menos el 10% de la población mundial consume alimentos regados con aguas residuales (Organización Mundial de la Salud, 2013). Un saneamiento deficiente va asociado a la transmisión de enfermedades como el cólera, la diarrea, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis (Organización Mundial de la Salud, 2013)

Se estima que el saneamiento deficiente es la causa de 280 000 muertes por diarrea cada año y que es un importante factor subyacente a varias enfermedades tropicales desatendidas, como las lombrices intestinales, la esquistosomiasis y el tracoma. Las malas condiciones de saneamiento también contribuyen a la malnutrición (Organización Mundial de la Salud, 2013).

La situación actual del Perú muestra insuficiente cobertura de servicios de agua, saneamiento y tratamiento de aguas residuales, que pone en riesgo la salud de la población. Muchos de los centros poblados rurales peruanos no cuentan con servicios de desagüe y las aguas servidas, así como las excretas son arrojadas al campo ocasionando la contaminación ambiental que afecta la salud de la población.

Por lo anterior expuesto se ha planteado las siguientes preguntas de investigación.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la eficiencia de los microorganismos en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021?

1.2.2 Problema específicas

- a) ¿Cuál es la eficiencia de los microorganismos en el parámetro físico temperatura en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021?
- b) ¿Cuál es la eficiencia de los microorganismos en el parámetro químicos DBO, en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021?
- c) ¿Cuál es la eficiencia de los microorganismos en el parámetro microbiológico Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021?
- d) ¿Cuáles son los resultados respecto a los LMPs al tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar la eficiencia de los microorganismos en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Determinar la eficiencia de los microorganismos en el parámetro físico temperatura en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021
- b) Determinar la eficiencia de los microorganismos en el parámetro químico DBO, en la remoción de materia orgánica en la planta

de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021

- c) Determinar la eficiencia de los microorganismos en el parámetro microbiológico Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021
- d) Comparar con los LMPs para evaluar la calidad en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021

1.4 Justificación

Debido al crecimiento de instalación de Unidades Simples de Saneamiento, primordialmente en esos sitios que no cuentan con los servicios básicos de saneamiento, se vio la necesidad de mantener el control de su funcionalidad, con el objeto de que sean más eficientes al instante de su implementación y cumpla con las necesidades, así como con las exigencias de los usuarios.

El agua derivada del filtro percolador posee características físicas, químicas y microbiológicas desconocidas, ya que no existe un estudio oficial de la calidad del agua al ser descargada, lo que sin el tratamiento adecuado va a presentar problemas de contaminaciones hídricas, así como también enfermedades al ser humano

Lograr un adecuado manejo de las instalaciones, se evitará que cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos se contaminen por el mal mantenimiento de los filtros percoladores.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

- A nivel internacional

De leon (2017), se hizo una evaluación técnica e iniciativa de optimización de los filtros percoladores de la planta de procedimiento de aguas residuales (PTAR) de la Universidad Rafael Landívar, Campus Central. El trabajo se desarrolló con base a las diferentes visitas que se realizaron a la planta de procedimiento de aguas residuales, especialmente enfocado a los filtros percoladores, debido a que en la actualidad únicamente el 32.78% del lecho filtrante de roca volcánica es humedecido por el sistema de aspersión tipo Manifold que tiene implementado. Para eso, se tomó una muestra de agua residual en el canal de unificación a la salida del filtro percolador. Se concluyó el caudal de ingreso y salida del filtro percolador en horarios máximos y mínimos. Con dichos resultados se ha podido establecer la calidad del agua a la salida del filtro percolador de la PTAR de la URL, Campus Central. El proceso de monitoreo se ejecutó en los meses

de octubre y noviembre del 2016, en el segundo periodo de clases, lo que puede perjudicar los resultados de las mediciones por el impacto de la alteración de población que ingresa al Campus Central y que por ende influye en la conducta de la planta de procedimiento de aguas residuales (PTAR). En todo el trabajo se ha podido concluir que la PTAR de la URL, Campus Central, labora cumpliendo con los estándares de calidad del agua.

Bogota, Diaz, y Ramos (2008) presentaron los próximos resultados: el lixiviado del filtro percolador con bioaumentador presento 16050 mg/L más concentración de firmes suspendidos totales que el filtro percolador sin bioaumentador 12080 mg/L.

Jaramillo y Paredes (2019), El propósito de esta indagación ha sido evaluar la eficiencia de un sistema de 2 filtros percoladores en serie para el procedimiento de aguas residuales domésticas en la urbanización Santa Lucía –Morales. Se diseño y construyó el sistema de filtros. Se midió los límites DBO5, DQO, T, pH y SST. Los límites DBO5 y DQO del agua residual perteneciente del biodigestor, no cumplieron el LMP del DS N° 003-2010-MINAM, en lo que las fronteras SST, temperatura y pH sí cumplieron. El caudal experimental redujo acorde transcurrían los días, ya que el sistema operó con recirculación. Al finalizar el proceso, todas las fronteras cumplieron el LMP. La eficiencia del sistema de procedimiento de aguas residuales con 2 filtros percoladores en serie, finalmente del ensayo (40 días) ha sido de 98.12%, 96.36% y 95.76% para DBO5, DQO y SST, respectivamente. Se concluye que el procedimiento de aguas residuales domésticas con filtros percoladores es eficiente en la remoción de DBO5, DQO, SST

- A nivel nacional

Rosales (2020), El presente trabajo de averiguación llamada “Estudio comparativo del comportamiento de los sistemas de procedimiento

de aguas residuales en las poblaciones altoandinas – provincia de Acobamba” consideró como fin primordial establecer la calidad del agua residual, las eficiencias de las plantas de procedimiento y elegir la tecnología que se adapte a las poblaciones altoandinas para llevar a cabo los parámetros máximos permisibles. En la averiguación se aplicó el “Método comparativo”, el tipo de averiguación ha sido “Aplicada” ya que usamos las teorías existentes sobre procedimiento de agua residual y lo aplicamos en la verdad problemática para establecer la tecnología que se adapte a las poblaciones altoandinas, el grado de averiguación es “Descriptivo” ya que se hizo la recolección de la información de las propiedades de los afluentes, efluentes y elementos de las plantas de procedimiento para después proceder a compararlos bajo la normativa vigente y el diseño de la averiguación es “No empírico de corte transversal” debido a que no se manipularon ni una de las cambiantes deliberadamente; la población está constituida por las plantas de procedimiento de los distritos de la provincia de Acobamba y como muestra 05 plantas de procedimiento de los distritos de Acobamba, Andabamba, Anta, Paucará y Rosario. Los resultados de DBO5 de los afluentes y efluentes de las plantas de procedimiento nos definieron las eficiencias de los sistemas de Acobamba, Andabamba, Anta, Paucará y Rosario, dichos son 65.93%,19.30%, 87.71%, 18.21% y 26.23% respectivamente, la tecnología de los distritos de Acobamba y Anta cumplen con los valores del reglamento nacional de construcciones.”

- A nivel local

Ccente y Huayllani (2021), Esta investigación estuvo encaminada en determinar la eficiencia de remoción de la DBO5 y DQO en la PTAR con un sistema biológico de filtro percolador como tratamiento secundario en el distrito de Paucará-Huancavelica, como objetivo específico determinar las concentración de la DBO5 y DQO en el efluente para compararlos con los LMP del D.S. N°003-2010 –MINAM, la investigación es de tipo aplicada, con nivel descriptivo y diseño no experimental, para el muestreo

se ubicó 2 puntos P1-Afluente y P2-Efluente, extrayendo 42 muestras para la DBO5 (21 en el P1 y 21 en el P2), para la DQO se mandó analizar 10 muestras a un laboratorio acreditado (5 en el P1 y 5 en el P2), evaluando también el pH y temperatura, las muestras de la DBO5 se analizaron en el sistema de medición DBO-BD-600, para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, la prueba de hipótesis de proporción y el estadígrafo de T – Student,. Los resultados obtenidos de eficiencia de remoción de en la PTAR de filtro percolador fueron: DBO5 fue 51.34% , DQO fue 51.05%, comparando con los LMP en el efluente, la concentración de la DBO5 fue 72 mg/l y la DQO 165mg/l, el pH en el punto P1 fue 7.2 y en el P2 fue 7.3, en el parámetro de la temperatura el valor en el P1 fue 11.3 °C y en el P2 fue 11.8°C. Concluyendo que la eficiencia de remoción de la DBO5 y DQO es mayor a 50%, y los resultados de concentración comparados con los LMP en el efluente están por debajo de los límites siendo adecuado para su vertimiento en el cuerpo receptor de agua.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aguas residuales

Las aguas residuales pueden definirse como aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas o vertidas a un cuerpo natural de aguas o descargarlas al sistema de alcantarillado. (Rodier 1990)

2.2.1.1. Características y parámetros de las aguas residuales

Las aguas residuales presentan características físicas, químicas y biológicas cuyo conocimiento es de importancias en el tratamiento de las aguas residuales. Estas características varían según el origen de las aguas residuales. Así mismo, la determinación de estas características es relevante para definir

aspectos tales como el origen del agua residual, la concentración de los constituyentes, el tratamiento requerido, la buena operación del tratamiento, así como los efectos adversos según sea la disposición final del efluente. (Sperling, 2017).

2.2.1.2. Característica física

Las principales características físicas de un agua residual son: contenido de sólidos, distribución de partículas por tamaño, turbiedad, color, transmitancia /absorbancia, olor, temperatura, densidad y conductividad. (Tchobanoglous, 2000)

a) Sólidos:

La decisión de rígidlos suspendidos totales y rígidlos suspendidos volátiles es fundamental para evaluar la concentración del agua residual y para decidir la eficiencia de las unidades de procedimiento; el costo de rígidlos sedimentables es elemental para implantar la necesidad del diseño de tanques de sedimentación como unidades de procedimiento y para el control de su eficiencia (Castro, 1995)

b) Turbidez:

Es la propiedad óptica de una suspensión que provoca que la luz sea reemitida y no transmitida por medio de la suspensión; podría ser ocasionada por una extensa variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, a partir de dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos (Rodrigues, 2002).

c) Color:

El color en aguas residuales es provocado por rígidlos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. El color

provocado por firmes suspendidos se denomina color aparente, en lo que el color provocado por sustancias disueltas y coloidales se llama color verdadero. En forma cualitativa, el color podría ser utilizado para valorar la condición general del agua residual. Un color gris claro es característico de aguas que han sufrido cualquier nivel de descomposición o que han permanecido un periodo corto en sistemas de recolección. (Tchobanoglous, 2000).

d) Olor:

La decisión de olor es cada vez de más grande relevancia en el tamaño en que el público se ha interesado más por nuestra operación de las instalaciones de procedimiento de aguas residuales. El olor de un agua residual fresca es generalmente inofensivo, empero una extensa variedad de compuestos mal olientes es liberada una vez que se genera la degradación biológica bajo condiciones anaerobias de las aguas residuales.

e) Temperatura:

La temperatura del agua residual es generalmente más grande que la temperatura del agua para abasto como resultado de la adhesión de agua caliente perteneciente del uso de la casa e industrial. Es un parámetro bastante fundamental ya que perjudica de manera directa las actitudes químicas y las velocidades de actitud, la vida acuática y la adecuación del agua para objetivos benéficos.

2.2.1.3. *Característica químicas*

Los constituyes químicos de las aguas residuales son a menudo clasificados en inorgánicos y orgánicos. Los constituyentes orgánicos de más grande interés se catalogan en agregados e particulares, los agregados entienden un número de compuestos que no tienen la posibilidad de ser distinguidos en

forma separada, de enorme interés en el procedimiento, vertimiento y reutilización de aguas residuales al igual que los constituyentes orgánicos específicos.

a) Ph

La concentración de ion hidrógeno es un parámetro de calidad de enorme trascendencia como para la situación de aguas naturales como residuales. El intervalo de concentraciones correcto para la idónea proliferación y desarrollo de la mayoría de la vida biológica es bastante estrecho y crítico” “El agua residual con concentraciones de ion hidrógeno inadecuadas muestra problemas de procedimiento con procesos biológicos, y el efluente puede cambiar la concentración de ion hidrógeno en las aguas naturales si ésta no se modifica anterior a la retirada de las aguas. (Eddy, 1995)

b) Demanda química de oxígeno (DQO):

Es la proporción de oxígeno esencial para la oxidación química (destrucción) de la materia orgánica. Esta prueba otorga un medio indirecto de la concentración de materia orgánica en el agua residual.

c) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):

Es la proporción de oxígeno esencial para la oxidación química (destrucción) de la materia orgánica. Esta prueba otorga un medio indirecto de la concentración de materia orgánica en el agua residual.

2.2.1.4. Característica biológica

Las propiedades biológicas resultan muy relevantes en el control de patologías causadas por microorganismos patógenos y por el valor que poseen las bacterias y otros microorganismos que

participa en la descomposición y estabilización de la materia orgánica presente en el agua residual. “Los primordiales conjuntos de microorganismos presentes tanto en aguas residuales como superficiales se ordenan en organismos eucariotas, bacterias y arqueobacterias (Eddy, 1995).

a) Organismos patógenos:

Los organismos patógenos que se hallan en las aguas residuales tienen la posibilidad de proceder de desperdicios humanos que se encuentren infectados o que sean portadores de una cierta patología. Las primordiales clases de organismos patógenos presentes en las aguas residuales son: bacterias, virus y protozoarios. Los organismos bacterianos patógenos que tienen la posibilidad de ser excretados por el ser humano ocasionen patologías del artefacto intestinal como la fiebre tifoidea, paratifoidea, la disentería, diarrea y cólera, (Hammeken, 2005)

b) Organismos indicadores:

El tracto intestinal humano tiene incontables bacterias conocidas como organismos coliformes, cada humano evacua de 100 000 a 400 000 millones de organismos coliformes todos los días. Por esto se puede tener en cuenta que la existencia de coliformes podría ser un indicador de la viable presencia de organismos patógenos, y que la falta de esos es un indicador de que las aguas permanecen libres de organismos que tienen la posibilidad de provocar patologías. Ya que ciertos patógenos tienen la posibilidad de estar presentes en el agua todavía en ausencia de coliformes, este conjunto por el momento no podría ser tan buen indicador.

2.2.2. Microorganismos indicadores de la calidad del agua

Los indicadores microbiológicos de calidad del agua son organismos que poseen un comportamiento semejante a microorganismos patógenos cuya procedencia, concentración, hábitat y actitud a componentes externos es la de la mayor parte. Necesitan la identificación y cuantificación de microorganismos por índices de variedad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua y, aunque la información microbiológica obtenida desde su estudio no sustituye los exámenes fisicoquímicos, disminuye precios y aporta información en el monitoreo de la calidad del agua (Ríos-Tobón et al).

2.2.2.1. *Coliformes totales*

El grupo Coliforme total se define como todas las bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37 °C, produciendo ácido y gas (CO₂) en 24 horas, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la B – galactosidasa (Moposita C 2015)

Los Coliformes representan un indicador biológico de la posible presencia de otros microorganismos patógenos o deteriorantes, debido a malas prácticas higiénicas, sanitarias o de contaminación de origen ambiental producida por descargas de materiales orgánicos (Hernández C. 2012)

2.2.2.2. *Coliformes Fecales*

Los Coliformes fecales además llamados Coliformes termo tolerantes, denominados de esta forma ya que aguantan temperaturas hasta de 45°C, entienden un conjunto bastante

limitado de microorganismos los cuales son indicadores de calidad, debido a que son de procedencia fecal (Carrillo Z. - Su presencia en el agua es indicadora de la calidad bacteriológica. Son parte del conjunto Coliformes total, y son microorganismos que fermentan la lactosa con producción de gas a $44^{\circ} \text{C} \pm 0.2$ en una época de 24 a 48 horas (Hernández C.)

2.2.3. Métodos para la determinación de los microorganismos PTAR

2.2.3.1. *Método de fermentación en tubos múltiples*

Los coliformes presentes en el agua se reproducen y, desde el número de tubos inoculados y del número de tubos con actitud positiva, puede determinarse la densidad bacteriana.

2.2.4. Sistema de medición DBO

2.2.3.2. *La demanda bioquímica de oxígeno DBO*

La demanda bioquímica de oxígeno DBO instituye la proporción de oxígeno que se consume a lo largo de la biodegradación de recursos orgánicos de una muestra de aguas residuales. Por medio de la medición de la DBO se registran los recursos orgánicos biodegradables del agua. Esto distingue a la DBO de la demanda química de oxígeno (DQO) en la que también se registran las sustancias orgánicas no biodegradables.

2.2.3.3. *Medición respirométrica de la DBO con el Lovibond® BD 600*

El sistema de detección BD 600 para 6 aspectos de medición posibilita decidir con precisión y tranquilidad la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) acorde inicialmente respirométrico. El oxígeno consumido se registra en este

sistema por medio de una reducción de presión en el sistema de medición DBO estanco.

2.2.3.4. Rangos de medición y volumen de muestra

Por consiguiente, el sistema de medición Lovibond® BSB BD 600 se adapta a los volúmenes de muestra asignados en la siguiente tabla, independientemente del rango de medición. En todos los rangos de medición, la DBO se muestra de manera directa expresada en mg/l (Catálogo Gral. 2017).

Tabla 1

Rangos de medición y volumen de muestra.

Campo de medición DBO mg/l	Volumen de prueba en ml
0 – 40	428
0 – 80	360
0 – 200	244
0 – 400	157
0 – 800	94
0 – 2000	56
0 – 4000	21,7

2.2.3.5. Principio del BD 600

Durante la medición de la DBO, las bacterias del agua residual rellena consumen el oxígeno disuelto en la muestra. Este oxígeno consumido es reemplazado por el oxígeno, que está en la cámara de viento del tarro de muestra. - De esta forma se genera un bajón de la presión. Este bajón de presión es de manera directa proporcional al costo DBO que es registrado por el sensor Lovibond®. El costo de DBO se visualizará de manera directa en mg/l.

2.2.3.6. *Evaluación de las mediciones*

El sistema de medición BD 600 registra independientemente de la duración de medición, cada hora, un costo de medición. Es viable consultar en cualquier instante tanto los valores recientes como los valores guardados en la memoria. Los valores guardados en la memoria se presentan opcionalmente en forma numérica o gráfica.(Catálogo General 2017)

2.3. **Definición de términos básicos**

- **Arrastre.** Mover algo o a alguien sin levantarlo del suelo, generalmente halándolo
- **Doméstica.** Implica todo aquello que es relativo a una casa, vivienda, hogar o morada
- **Eficacia.** Es cumplir con los objetivos propuestos. Tiene que ver con la habilidad o capacidad de hacer algo, pero no cómo se hace
- **Hidráulico.** La idea de hidráulica también puede usarse para aludir a las técnicas, metodologías y recursos que permiten contener, guiar y aprovechar el agua. En este sentido, el concepto se vincula al aprovechamiento del agua para producir energía, al desarrollo de acueductos, etc.
- **Residuales.** Un residuo es la parte o porción que queda o sobra de un todo, bien sea a causa de su descomposición o destrucción, bien porque su utilidad ya fue aprovechada
- **Tratamiento.** Un tratamiento es un conjunto de medios que se utilizan para transformar algo.

2.4. **Hipótesis**

2.4.1. **Hipótesis general**

La eficiencia de los microorganismos en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es óptimo.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La eficiencia de los microorganismos en el parámetro físico temperatura en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es óptimo en 35°C.
- b) La eficiencia de los microorganismos en el parámetro químico DBO, en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es óptimo en 100 mg/l.
- c) La eficiencia de los microorganismos en el parámetro microbiológico Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es óptimo en 10 000 NMP/100ml
- d) Comparar con los LMPs para evaluar la calidad en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 no superan los LMPs.

2.5. Variables

2.5.1. Variables independiente

- ✚ Microorganismos eficaces

2.5.2. Variable dependiente

- ✚ Eficiencia de remoción de la materia orgánica

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

2.5.3. Variables intervinientes

- ✚ Coliformes totales
- ✚ Temperatura

2.5.4. Operacionalización de variables

Tabla 2

Definición operativa de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Alternativa De Respuesta
Microorganismos	Es un inoculante biológico, elaborado a base de microorganismos con acción simbólica. El contacto con este producto no afecta al ambiente ni a la salud de personas y animales	Sintetiza rápidamente la materia orgánica reduciendo valores de DBO, DQO	Bacterias fotosintéticas (Rhodospseudomonas spp) Bacterias ácido lácticas (Lactobacillus spp) Levaduras (Sacharomyces spp)	<ul style="list-style-type: none"> • melaza • 1.5 litros de microorganismos • 30 litros de agua residual. 	Antes y después
	Cumplimiento en el tratamiento del agua residuales hasta alcanzar los límites permisibles	Se realizará un análisis de laboratorio del agua de la salida del efluente, considerando sus características físicas,	Físico	Temperatura C (*<35)	<ul style="list-style-type: none"> a) Dentro de los límites máximos permisibles b) Superior a los límites máximos permisibles

Remoción de carga orgánica	químicas y	Químico	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L (*100)	a) Dentro de los límites máximos permisibles
	microbiológicas y comparándolos con los de la norma del Ministerio del Ambiente			b) Superior a los límites máximos permisibles
		Microbiológico	Coliformes Totales NMP/100 mL (*10000)	a) Dentro de los límites máximos permisibles
				b) Superior a los límites máximos permisibles

* Estos son los valores máximos permisibles de acuerdo al decreto supremo N° 003-2010-MINAM (Ministerio del Ambiente, 2010).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito temporal y especial

3.1.1. Ámbito temporal

Toma de datos y el procesamiento del trabajo de investigación comprende los meses de agosto del 2021 al mes de diciembre del 2021

3.1.2. Ámbito espacial

El espacio del trabajo de investigación se ubica en la Municipalidad Distrital de Paucara

Ubicación y localización:

Departamento	: Huancavelica
Provincia	: Acobamba
Distrito	: Paucara
Lugar	: Barrio Pampa Cruz

Figura 1

Ubicación y localización del área de estudio.



Fuente: *Google Earth. (2018).*

3.2. Tipo de investigación

La investigación se ubica dentro del tipo de investigación Aplicada, porque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández et al. 2010).

La investigación básica busca el descubrimiento de principios básicos que constituyen punto de apoyo en la solución de alternativas sociales, con el fin de solucionar problemas (Tamayo 2003).

3.3. Nivel de investigación

Se trata de una investigación de nivel experimental que busca validar la eficiencia de microorganismos en la remoción de materia orgánica, mediante análisis en laboratorio de las muestras colectadas en nuestro ámbito de estudio.

3.3.1. Método de investigación

Será el Método Científico que nos permitirá el proceso de investigación en forma general, secundado por sus leyes, principios y categorías. Además, será el camino metodológico que tiene la ciencia para la construcción de nuevos conocimientos para utilizarlos a su vez en la construcción de otros

Así mismo, se utilizará el método cuantitativo, el cual tiene los siguientes pasos: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia

Este método obliga al científico a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico: la observación y la verificación, (Carrasco, 2006)

3.3.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es un diseño experimental el cual se basa en la manipulación de una de las variables en este caso fueron los microorganismos eficaces; además, se considera que es un diseño eficiente cuando las unidades experimentales de las que se dispone son homogéneas.

$$y_{ij} = \mu + M_i + E_{IJ}$$

Donde:

y_{ij} = Eficiencia de remoción de la materia orgánica
en términos de: DBO_5

μ = Media

M_i = Microorganismos (30 litros)

E_{IJ} = Error experimental de 0.05 %

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Se consideró como población a la captación de la PTAR de Paucara del barrio de Pampa Cruz.

3.4.2. Muestra

La muestra está comprendida en las coordenadas geográficas 12° 49' 31" de latitud sur y 75° 04' 23" de longitud Oeste con una altitud de 3,967 m.s.n.m. Para los 6 puntos se utilizó 5 litros de agua residual, haciendo un total de 30 litros.

3.4.3. Muestreo

La técnica de muestreo no probabilístico con tipo de muestreo por conveniencia, por qué las elecciones de las muestras no dependen de fórmulas de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador, porque están convenientemente disponibles para el investigador (Hernández et al. 2017)

3.5. Instrumentos y técnicas para la recolección de datos

3.5.1. Técnica:

La técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos

de investigación preestablecidos. Se hace especial referencia a la observación directa, ya que la indirecta se realiza a través de instrumentos muy sofisticados tales como: microscopio, telescopio, monitores, entre otros (Ibáñez P. 2015)

3.5.2. Instrumentos:

➤ GPS diferencial Garmin

Se utilizó el GPS Garmin posee una pantalla de 2,6" que puede leerse a la luz del sol y un receptor GPS y GLONASS de alta sensibilidad con una antena Quadrifilar Helix para una capacidad de recepción de calidad superior, es compacto y resistente al agua el GPS incluye un altímetro barométrico y una brújula de tres ejes

➤ Materiales de recolección de datos en campo

Para el monitoreo y recojo de muestras en campo se utilizaron los siguientes materiales

- ✓ Ficha de puntos de monitoreo

Se empleó los formatos de las fichas establecidas por los tesisistas donde se ubican cada uno de los puntos de monitoreo con sus respectivas coordenadas.

- ✓ Etiquetas de rotulado

Se realizó etiquetas para el rotulado de cada muestra, que se usaron en el monitoreo y recolección de agua en campo

- ✓ Cooler para transportar y almacenar las muestras

Se utilizó un cooler para realizar el transporte de las muestras de forma segura y para que se mantenga en óptimas condiciones de acuerdo al protocolo

- ✓ Envases para la recolección de muestras

Se utilizó envases de plástico de color blanco con una capacidad de 1 L

Figura 2

Obteniendo muestras de agua residual.



a. Localización y recolección de la materia prima

La planta de tratamiento de agua residual, el lugar de recolección fue en el distrito de Paucara, barrio de Pampa Cruz, con coordenadas UTM -12.498424, -75,001042

b. Rotulado y registro de datos de campo

Se rotuló los envases antes de la toma de muestras, con los datos que se estableció en el proyecto de tesis: fecha de monitoreo, punto de monitoreo, numero de muestra y los parámetros a medir.

Figura 3

Materiales e indumentaria para la recolección de muestras.



c. Toma de muestra

Se rotulo los frascos estériles y no fueron sometidos al enjuague.

Para la recolección de muestra de agua, se sostuvo el frasco por la parte inferior y se sumergió hasta una profundidad de 20 cm, con la boca ligeramente hacia arriba

Se llenó el frasco dejando un espacio del 10% del volumen del frasco para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias
Después de tapo inmediatamente asegurando un cierre perfecto.

La muestra se preservó a 4°C (Cooler)

d. Planta de tratamiento de Agua Residual del barrio Pampa Cruz

El sistema de la planta de tratamiento de aguas residuales que se encontró en el distrito de Paucara presenta el siguiente esquema desde su construcción.

Figura 4

Planta de Tratamiento de Agua Residual.



e. Cámara de distribución

Permite repartir equitativamente las aguas para distribuir las en las ramas de tubería de drenaje.

Figura 5

Guía por parte del encargado de la PTAR.



f. Tratamiento preliminar (cámara de rejas)

Es una cámara preliminar que permite retirar los sólidos gruesos del agua residual mediante una acción mecánica.

Figura 6

Muestra para la obtención de parámetro de campo.



g. Tratamiento preliminar (Desarenador)

Es una estructura diseñada para retener la arena que traen las aguas servidas a fin de evitar que ingresen al canal de aducción y obstaculicen el sistema.

Figura 7

Medición del parámetro de temperatura.



h. Tratamiento preliminar (Canal de parshall)

El canal parshall es un estrechamiento y un levantamiento en el fondo del canal pasa de un sistema subcrítico a una supercrítico.

Figura 8

Registro de datos obtenidos.



i. Tratamiento primario (Sedimentador)

Es el proceso que se depositan o precipitan los materiales transportados por distintos agentes y procedentes de la erosión y la meteorización.

Figura 9

Muestra tomada en el sedimentador.



j. Tratamiento secundario (Filtro percolador)

En el sistema que se aplica como tratamiento secundario para realizar la remoción de materia orgánica del agua residual.

Figura 10

Observación de datos en el multiparámetro.



k. Monitoreo de los parámetros

Para realizar el monitoreo de agua residual de la planta de tratamiento de agua residual del distrito de Paucara, se determinó la temperatura, DBO5 y Coliformes totales, las muestras fueron extraídas 3 veces continuas cada mes.

l. Monitoreo de la temperatura

Para evaluar la temperatura se utilizó un multiparametro de campo para evaluar en valores de centígrados.

m. Monitoreo del DBO

Para la presente investigación se utilizará los instrumentos como respiro métrico de la DBO con el Lovibond® BD 600 (para

medir la concentración de DBO), tabla de MacGrady (para determinar el número característico que permite obtener el NMP) y la Ficha de registro de datos en campo y laboratorio

Lovibond® BD 600: El sistema de detección BD 600 para 6 puntos de medición permite determinar con exactitud y comodidad la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) conforme al principio respiro métrico. El oxígeno consumido se registra en este sistema mediante una reducción de presión en el sistema de medición DBO estanco. Mediante el uso de avanzados sensores de presión es posible prescindir del uso del nocivo metal de mercurio. El valor de DBO de una muestra depende de la carga de sustancias orgánicas y puede variar en gran medida. Por lo tanto, el sistema de medición Lovibond BD 600 se ajusta a los volúmenes de muestra indicados en la siguiente tabla, independientemente del rango de medición. De aquí se obtiene un rango de medición total de 0 – 4.000 mg/l.

Figura 11

Control de resultados en la cámara de CO₂.



Paso 1: Se utilizó 340 ml de agua residual, se colocó en 6 frascos ámbar

Pasó 2: Se coloca 3 gotas de nitrificantes para estabilizar la muestra y los valores se encuentren dentro del rango establecido.

Paso 3: Colocar en capuchón para evitar fugas.

Paso 4: Colocar 3 gotas de hidróxido de potasio para capturar gases

Paso 5: Enroskar el sensor y colocar en orden en el equipo.

Paso 6: Colocar en la cabina de CO₂ a una temperatura de 20 °C.

Figura 12

Sistema de medición DBO BD 600.



ñ. Materiales utilizados en laboratorio

- Frascos de vidrios de 500 ml, estériles, herméticos e inaccesibles a cualquier contaminación posterior a su esterilización.
- Cadena de custodia.
- Cooler
- Cámara fotográfico
- Guantes de latex

Material para marcar

- Etiquetas adhesivas
- Bolígrafos
- Plumón marcador

Material de laboratorio

- Pipetas graduadas de 10 mL.
- Probetas graduadas de 200 mL.
- Frascos Erlenmeyer graduados de 300 mL.
- Tubos de ensayo de 150mmx100mm y 16mmx150mm.
- Campana de Durham
- Gradilla

o. Monitoreo de coliformes termos tolerantes

La determinación de Coliformes fecales se realizó mediante el método del Número Más Probable (NMP)

A continuación, se detalla el procedimiento del método mencionado:

Procedemos a calcular el peso del soluto (Caldo bile verde brillante)

Según sus especificaciones técnicas del mismo, Caldo de bilis verde brillante.

Preparación de medio de cultivo

Preparar 40.01 gr. En 1000 mL de agua estéril.

Figura 13

Especificaciones del Caldo Billa Brillante.



El método consiste en desarrollar una prueba para determinar la cantidad de Coliformes fecales.

Para 1 muestra:

41.01 gr ----- 1000 ml

X gr ----- 81 ml

$$x = \frac{40.01 \times 81}{1000} = 3.241 \text{ gr para 1 sola muestra}$$

Número más probable (NMP).

Figura 14

Técnica del número más probable.



Preparación del campo de trabajo

Esterilizar todo el material a utilizar

Se desinfecto la zona de trabajo

Se trabajó en todo momento con el mechero encendido, para crear una zona aséptica.

Se esterilizo el campo de trabajo.

Figura 15

Técnica del número más probable.



Preparación de soluciones

Se realizó las diluciones correspondientes a: 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3}

Se hizo tres diluciones seriadas para asegurar la obtención de datos cuantitativos de la siguiente manera: se extrajo 1ml de las muestras de agua residual de cada filtro percolador (afluente y efluente), que adicionamos en el primer tubo de ensayo 10^{-1} con contenido de 9 ml de agua destilada estéril para luego tomar 1 ml del primer tubo y pasar al segundo tubo de ensayo 10^{-2} , y repetir una vez más tomando 1 ml del segundo tubo y pasar al tercer tubo de ensayo 10^{-3} cada uno debidamente rotulados 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}

Una vez formada las dilución decimal 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} se realizó 3 pases de 1 ml. de cada una de las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} en forma seriada a 3 tubos de ensayo de cada dilución contenidos con caldo verde brillante de 9 ml y campanas Durham, que posteriormente indicará la presencia o no de Coliformes

Tabla 3

Diluciones seriadas de la muestra de agua PTAR – Paucara (Barrio Pampa Cruz).

Dilución	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
A			
1	10^{-1} 1 ml de A^{-1}	10^{-1} 1 ml de A^{-2}	10^{-1} 1 ml de A^{-3}
2	10^{-2} 1 ml de (1)	10^{-2} 1 ml de (1)	10^{-2} 1 ml de (1)
3	10^{-3} 1 ml de (2)	10^{-3} ml de (2)	10^{-3} ml de (2)

Fuente: elaboración propia.

El valor numérico de la estimación del contenido bacteriano es determinado pasada las 48 horas

Se observó la dilución que mostró burbuja en las campanas de Durham, ambos resultados positivos y negativos.

Figura 16

Lectura de los tubos positivos y negativos.



Los resultados del análisis de los tubos de réplica y diluciones fueron reportados según las tablas del NMP, según "Standard Methods for examination of water and wastewater", en términos de número más probable (NMP)

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Técnica

La técnica a presentar es la estadística descriptiva de los datos, se empleó la estadística descriptiva, se desarrolló tablas de contingencia y gráficos de barras para explicar los datos obtenidos medidas de tendencia central, dispersión y asimetría

3.6.2. Procesamiento

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9.4 donde se realizó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro wilk. El estadígrafo de la Prueba ANOVA cuyo objeto es determinar la existencia de la hipótesis nula o la hipótesis de investigación, con una confiabilidad de 95% y el programa Microsoft Office Excel 2017.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

En los siguientes resultados se presenta los objetivos específicos en relación al tema de Eficacia de los microorganismos en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual Paucara (Barrio Pampa Cruz) - 2021 en términos de eficiencia de remoción de los parámetros físicos: Temperatura (T), químicos: demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5); y parámetros microbiológicos: coliformes totales (CTT), se evaluó la calidad del efluente en relación al cumplimiento de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos con los límites máximos permisibles (LMP) D.S 003 – 2010 – MINAM. Al interpretar estos parámetros permitirán determinar si son o no eficaces la PTAR, en el tratamiento de aguas residuales domésticas. El proceso de obtención de datos constituyó de 3 monitoreos cada 30 días, de la Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas realizado en Paucara (Barrio Pampa Cruz), con funcionamiento de tres años, volumen de mezcla de agua residual de 8000 litros y con un tiempo de retención hidráulica de 2 días (48 horas).

a) **Eficiencia de los microorganismos en los parámetros físicos: temperatura en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.**

Tabla 4

Análisis de la temperatura.

Monitoreos	Fecha	PTAR Paucara	Tratamiento (Microorganismos eficaces)	Diferencia	Factor
Cámara de distribución	20/08/2021	10.4	25	14.6	41.6
Cámara de rejas	20/08/2021	11.6	25.6	14	45.31
Desarenador	20/08/2021	10.6	25.3	14.7	41.9
Canal de parshall	20/08/2021	10.8	25.1	14.3	43.03
Sedimentador	20/08/2021	11.7	25.8	14.1	45.35
Filtro percolador	20/08/2021	11.9	25.3	13.4	47.04
\bar{X}_M		11	25.35	14.18	44.04
Cámara de distribución	20/09/2021	12.5	25.7	13.2	48.64
Cámara de rejas	20/09/2021	11.8	25.3	13.5	46.64
Desarenador	20/09/2021	11.5	25.2	13.7	45.63
Canal de parshall	20/09/2021	12.3	25.4	13.1	48.43
Sedimentador	20/09/2021	10.7	25	14.3	42.8
Filtro percolador	20/09/2021	10.8	25.3	14.5	42.69
\bar{X}_M		11.6	25.32	13.72	45.8
Cámara de distribución	20/10/2021	10.9	25.4	14.5	42.91
Cámara de rejas	20/10/2021	12.8	25.2	12.4	50.79
Desarenador	20/10/2021	12.4	25.6	13.2	48.44
Canal de parshall	20/10/2021	11.3	25.5	14.2	44.31
Sedimentador	20/10/2021	12.1	25.7	13.6	47.08
Filtro percolador	20/10/2021	11.9	25.4	13.5	46.85
\bar{X}_M		11.9	25.47	13.57	46.73
\bar{X}_T		11.56	25.38	13.82	45.52

Nota: \bar{X}_M = Promedio de cada monitoreo; \bar{X}_T = Promedio total.

La eficiencia de los microorganismos en el parámetro temperatura. Se observa, que la eficiencia de remoción del parámetro

físico: donde se obtuvo en la planta de tratamiento de agua residual Paucara (barrio Pampa Cruz) un valor de 11.56 °C.

Y para el tratamiento con microorganismos eficaces se obtuvo un valor de 25.38 °C, podemos mencionar que existe un aumento en el parámetro temperatura.

b) Eficiencia de los microorganismos en los parámetros químicos: DBO, en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.

Tabla 5

Eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).

Monitoreo	Fecha	PTAR Paucara	Tratamiento (Microorganismos eficaces)	Diferencia	Factor	Eficiencia
Cámara de distribución	20/08/2021	274.4	90	184.4	32.8	67.2
Cámara de rejas	20/08/2021	256.4	75	181.4	29.25	70.75
Desarenador	20/08/2021	287.5	75	212.5	26.09	73.91
Canal de parshall	20/08/2021	245	75	170	30.61	69.39
Sedimentador	20/08/2021	245	85	160	34.69	65.31
Filtro percolador	20/08/2021	231.5	85	146.5	36.72	63.28
\bar{X}_M		256.633	80.83	175.8	31.69	68.31
Cámara de distribución	20/09/2021	270	80.5	189.5	29.81	70.19
Cámara de rejas	20/09/2021	280	85.5	194.5	30.54	69.46
Desarenador	20/09/2021	270	90.5	179.5	33.52	66.48
Canal de parshall	20/09/2021	284	85.5	198.5	30.11	69.89
Sedimentador	20/09/2021	271	80	191	29.52	70.48
Filtro percolador	20/09/2021	273	85.5	187.5	31.32	68.68
\bar{X}_M		274.667	84.58	190.08	30.8	69.2
Cámara de distribución	20/10/2021	265	70	195	26.42	73.58
Cámara de rejas	20/10/2021	285	80	205	28.07	71.93
Desarenador	20/10/2021	250	70	180	28	72
Canal de parshall	20/10/2021	284	85	199	29.93	70.07
Sedimentador	20/10/2021	252	95	157	37.7	62.3
Filtro percolador	20/10/2021	240	90	150	37.5	62.5
\bar{X}_M		262.67	81.67	181	31.27	68.73
\bar{X}_T		264.66	82.36	182.29	31.25	68.75

Nota: \bar{X}_M = Promedio de cada monitoreo; \bar{X}_T = Promedio total.

Podemos también mencionar que los valores obtenidos en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se obtuvo un valor para el primer monitoreo de la planta de tratamiento de agua residual de 80.83 mg/L, en el segundo monitoreo se obtuvo un valor de 84.58 mg/L y para el tercer monitoreo se obtuvo 81.67 mg/L.

Como valor promedio en los tres monitoreos se obtuvo en la planta de tratamiento de agua residual 264.66 mg/L y para el tratamiento con microorganismos 82.36 mg/L podemos observar que existe una disminución de 182.29 mg/L debido a la disminución de la remoción de la materia orgánica DBO₅, debido al efecto de los microorganismos eficaces.

c) Eficiencia de los microorganismos en los parámetros microbiológico: Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.

Tabla 6

Eficiencia de remoción de los coliformes totales.

Monitoreos	Fecha	PTAR Paucara	Tratamiento (Microorganismos eficaces)	Diferencia	Factor	Eficiencia
Cámara de distribución	20/08/2021	3400	400	3000	11.76	88.24
Cámara de rejas	20/08/2021	3450	330	3120	9.57	90.43
Desarenador	20/08/2021	3350	220	3130	6.57	93.43
Canal de parshall	20/08/2021	3600	550	3050	15.28	84.72
Sedimentador	20/08/2021	3550	440	3110	12.39	87.61
Filtro percolador	20/08/2021	3500	550	2950	15.71	84.29
\bar{X}_M		3475	415	3060	11.88	88.12
Cámara de distribución	20/09/2021	3660	230	3430	6.28	93.72

Cámara de rejas	20/09/2021	3760	233	3525	6.25	93.75
Desarenador	20/09/2021	3874	241	3635	6.19	93.81
Canal de parshall	20/09/2021	3675	240	3435	6.53	93.47
Sedimentador	20/09/2021	3875	234	3640	6.06	93.94
Filtro percolador	20/09/2021	3765	242	3525	6.37	93.63
\bar{X}_M		3768.16	236.67	3531.67	6.28	93.72
Cámara de distribución	20/10/2021	3775	280	3495	7.42	92.58
Cámara de rejas	20/10/2021	3600	250	3350	6.94	93.06
Desarenador	20/10/2021	3678	240	3438	6.53	93.47
Canal de parshall	20/10/2021	3655	230	3425	6.29	93.71
Sedimentador	20/10/2021	3776	260	3516	6.89	93.11
Filtro percolador	20/10/2021	3555	255	3300	7.17	92.83
\bar{X}_M		3673.17	252.5	3420.67	6.87	93.13
\bar{X}_T		3638.83	301.39	3337.44	8.35	91.65

Nota: \bar{X}_M = Promedio de cada monitoreo; \bar{X}_T = Promedio total.

En relación a los resultados obtenidos en la remoción de los Coliformes totales en el tratamiento con los microorganismos eficaces se observa una media para el primer monitoreo de 415 NMP/100 mL y para el segundo monitoreo se observa 236.67 NMP/100 mL y para el tercer monitoreo se observa 252.5 NMP/100 mL.

Como resultado final promedio se obtuvo para la planta de tratamiento de agua residual una media de 3638.83 NMP/100 mL y para el tratamiento con microorganismos eficaces se observa una media de 301.39 NMP/100 mL con una diferencia en la disminución de 3337.44 NMP/100 mL.

d) Comparar con los LMPs para evaluar la calidad en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.

Tabla 7*Estadística descriptiva de los parámetros químicos en los puntos de monitoreo.*

		Eficacia de microorganismos				
Evaluación de parámetros Físicos químicos	Und	Medias		D.S 003-2010 MINAM LMP	Cumple Con LMP	
		Punto entrada	Punto de salida			
		<i>Fi</i>	Afluente	Efluente	LMP	Sí/No
Temperatura	Unidad	12	11.56	25.38	<35	SI
(DBO ₅)	mg/L	12	264.66	82.36	100	SI
CTT	NMP/ 100 mL	12	3638.83	301.39	10 000	SI

Nota: Und = Unidad de medida; fi= Numero de datos procesados.

4.2. Prueba de hipótesis

Como señala (Sampieri, 2010) la contratación de hipótesis se resume a 6 pasos, y estando en este último paso, se tiene ya la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula; atendiendo a este planteamiento, que a criterio propio es el más coherente; sin dejar de lado otros planteamientos, se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis

- Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo al problema.
- Escoger un nivel de significancia o riesgo α .
- Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado.
- Establecer la región crítica.
- Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n”.
- Rechazar la hipótesis nula (H_0) si el estadígrafo tiene un valor en la región crítica y no rechazar (aceptar)= en el otro caso.

4.2.1. Principios de la investigación

Test de normalidad

Se realizó el test de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro-Wilk, porque la cantidad de datos evaluados de cada parámetro son menores a 50 datos ($n < 50$)

Tabla 8

Test de normalidad.

Test para normalidad					
Test	Denominación	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	Temperatura	W	0.9267	Pr > W	0.3470
Shapiro-Wilk	DBO	W	0.9378	Pr > W	0.1555
Shapiro-Wilk	Coliformes totales	W	0.7519	Pr > W	0.2856

Se realizó el test de normalidad con el objetivo de verificar que los datos presenten una distribución normal, obteniendo un p valor = 0.3470, 0.1555 y 0.2856 mayor que 0.05 por medio del estadístico Shapiro-Wilk, corroborando que los datos, presentan un comportamiento normal (paramétricos)

Tabla 9

Test de homogeneidad de varianzas.

Test de homogeneidad de varianzas		
Test	Denominación	Pr>F
Levene	Temperatura	0.3378
Levene	DBO	0.5776
Levene	Coliformes totales	0.1357

Se realizó el test de homogeneidad de varianzas, con el test de Levene, donde se observó que los valores de p valor = 0.3378, 0.5776 y 0.1357 mayor que 0.05 por medio del estadístico Levene,

corroborando que los datos, presentan una homogeneidad de varianzas dentro de cada tratamiento

4.2.2. Pasos de la prueba de hipótesis

Como señala (Sampieri, 2010) la contratación de hipótesis se resume a 6 pasos, y estando en este último paso, se tiene ya la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula; atendiendo a este planteamiento, que a criterio propio es el más coherente; sin dejar de lado otros planteamientos, se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis

1. Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo al problema.
2. Escoger un nivel de significancia o riesgo α .
3. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado.
4. Establecer la región crítica.
5. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n”.
6. Rechazar la hipótesis nula (H_0) si el estadígrafo tiene un valor en la región crítica y no rechazar (aceptar) = en el otro caso.

A. Paso 1: Formulación de hipótesis

i. Hipótesis específica 1

H_a: la eficiencia de los microorganismos en los parámetros físicos: temperatura en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es menor a 35 °C

$$\mu < 35 \text{ °C}$$

Ho: la eficiencia de los microorganismos en los parámetros físicos: temperatura en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es mayor a 35 °C

$$\mu > 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

ii. Hipótesis específica 2

Ha: la eficiencia de los microorganismos en los parámetros químicos: DBO, en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es menor a 100 mg/L

$$\mu < 100 \text{ mg/L}$$

Ho: la eficiencia de los microorganismos en los parámetros químicos: DBO, en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es mayor a 100 mg/L

$$\mu > 100 \text{ mg/L}$$

iii. Hipótesis específica 3

Ha: la eficiencia de los microorganismos en los parámetros microbiológico: Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 será menor a 10000 NMP/100 ml

$$\mu < 10000 \text{ NMP/100 ml}$$

Ho: la eficiencia de los microorganismos en los parámetros microbiológico: Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 será mayor a 10000 NMP/100 ml

$$\mu > 10000 \text{ NMP/100 ml}$$

B. Paso 2: Nivel de significancia

En la presente investigación se trabajó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1 - \alpha = 0.095$.

C. Paso 3. Estadístico de prueba

El estadístico de prueba utilizado fue el “Análisis de varianza (ANOVA), que es una prueba estadística para analizar si más de dos grupos difieren significativamente entre sí en cuanto a sus medias y varianzas” (Sampieri, 2010). El diseño elegido es completamente al azar (DCA), en el cual los tratamientos se asignan al azar a las unidades experimentales o, también diríamos, que las unidades experimentales son asignados completamente al azar a los tratamientos sin ninguna otra restricción.

D. Valor crítico y regla de decisión

Para la prueba de una cola con $\alpha = 0.05$ en la tabla de Fisher tenemos los valores críticos de F_{α, V_1, V_2} .

$$K - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$K(n - 1) = 3(18 - 1) = 51$$

$$F_{tabla} = 5/84 = \mathbf{2.78}$$

$F_{cal} \leq$ que el valor del F de la tabla se rechaza la hipótesis nula

$F_{cal} \geq$ que el valor del F de la tabla se acepta la hipótesis nula

E. Calculo de los estadígrafos de prueba

Los estadígrafos de prueba fueron calculados en función a los objetivos del proyecto de la investigación, realizando el análisis de varianza a través de ANOVA y la prueba de medias con estadístico F de Fisher.

F. Análisis de varianza a través de ANOVA

a) Análisis de varianza (ANOVA) para temperatura

Se realizó el análisis de varianza para la eficiencia de los microorganismos en los parámetros microbiológico: temperatura, en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz) Presentaron efecto **significativo** ($P < 0.05$)

Tabla 10

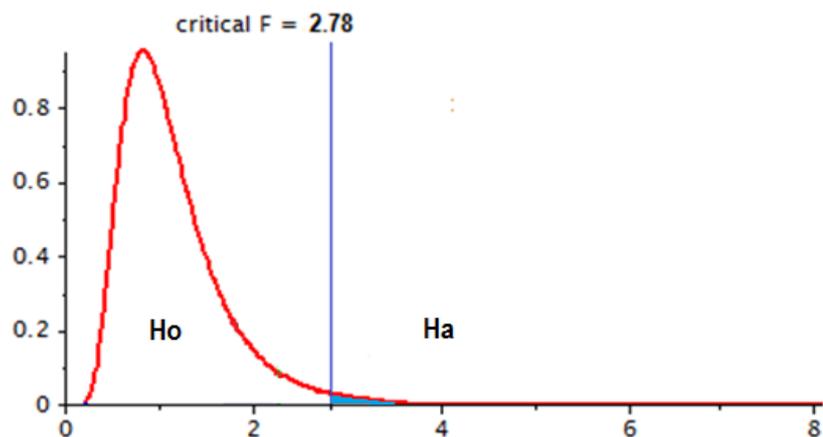
Análisis de Varianza (ANOVA) para eficiencia de remoción.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	20.27216667	6.75738889	6.30	0.0168*
Error	8	8.58400000	1.07300000		
Total corregido	11	28.85616667			

F pruebas de Fisher, ***: significativo, ns: no significativo

Figura 17

Valor crítico y el valor de Fisher para la temperatura.



El valor F calculado es igual a $6.30 >$ que el valor de F de la tabla igual 2.78. Por lo tanto, acepto mi H_a y rechazo mi H_o .

b) Análisis de varianza (ANOVA) para DBO

Se realizó el análisis de varianza para la eficiencia de los microorganismos en los parámetros microbiológico: Demanda bioquímica de oxígeno, en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz). Presentaron efecto **significativo** ($P < 0.05$)

Tabla 11

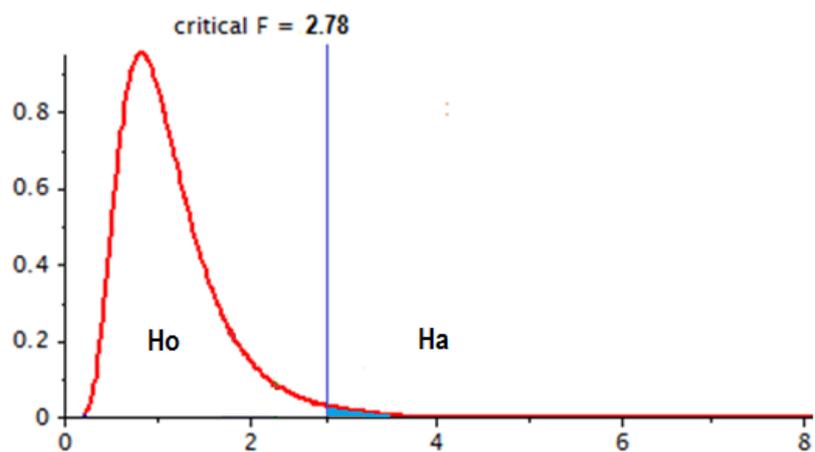
Análisis de varianza (ANOVA) para DBO.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	202.8831819	67.6277273	6.20	0.0009***
Error	8	742.1504056	10.9139766		
Total corregido	11	945.0335875			

F pruebas de Fisher, ***: significativo, ns: no significativo

Figura 18

Valor crítico y el valor de Fisher para la DBO.



Mi valor F calculado es igual a $6.20 >$ que el valor de F de la tabla igual 2.78. Por lo tanto, acepto mi H_a y rechazo mi H_o .

c) Análisis de varianza (ANOVA) Coliformes totales

Se realizó el análisis de varianza para la eficiencia de los microorganismos en los parámetros microbiológico: Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz). Presentaron efecto **significativo** ($P < 0.05$)

Tabla 12

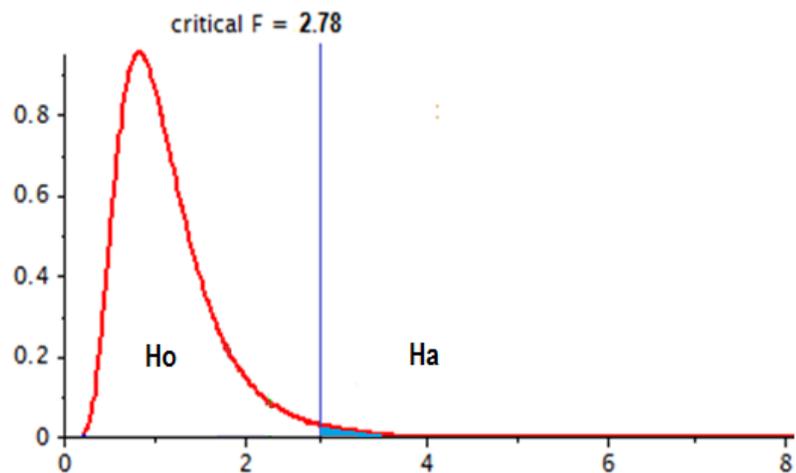
Análisis de varianza (ANOVA) coliformes totales.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.02860000	0.00953333	114.40	<.0001***
Error	8	0.00066667	0.00008333		
Total corregido	11	0.02926667			

F pruebas de Fisher, ***: significativo, ns: no significativo.

Figura 19

Valor crítico y el valor de Fisher para coliformes totales.



Mi valor F calculado es igual a 114.40 > que el valor de F de la tabla igual 2.78. Por lo tanto, acepto mi Ha y rechazo mi Ho.

G. Decision estadística

Hipótesis específica 1

- Rechazo la hipótesis nula (H_0) y acepto la hipótesis alterna (H_a). Porque existe significancia además de la prueba de medias (Tuckey) determinó una eficiencia del 11.56, por lo tanto, se afirma que: **eficiencia de los microorganismos en el parámetro físico: temperatura en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es menor a 35 °C.** Demostrando que existe una mayor eficiencia en la remoción, para validar el grado de significancia estadística un alfa de 0.05 %.

Hipótesis específica 2

- Rechazó la hipótesis nula (H_0) y acepto la hipótesis alterna (H_a). Porque existe significancia además de la prueba de medias (Tuckey) determinó DBO de 68.31, 69.20 y 68.73 % por lo tanto, se afirma que: **la eficiencia de los microorganismos en los parámetros químicos: DBO, en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es menor a 100 mg/l.** Demostrando así que la eficiencia de remoción es menor a 100 mg/l, para validar el grado de significancia estadística un alfa de 0.05 %.

Hipótesis específica 3

- Rechazo la hipótesis alterna (H_a) y acepto la hipótesis nula (H_0). Porque existe significancia además de la prueba de medias (Tuckey) determinó coliformes totales 1500 NMP, se afirma que: **la eficiencia de los microorganismos en los parámetros microbiológico: Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua**

residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 sera menor a 1500 NMP. Demostrando así que el crecimiento es menor a 1500 nmp, para validar el grado de significancia estadística un alfa de 0.05.

4.3. Discusión de resultados

a) Temperatura

Se determino en la investigación que los datos obtenidos con respecto al parámetro temperatura son de 11.56°C en la planta de tratamiento de agua residual en Paucara (Barrio Pampa Cruz) y de 25.38°C en el proceso realizado en laboratorio, estos valores están en el rango de cumplimiento de acuerdo a la normativa D.S. 003-2010 MINAM por lo cual Según Jaramillo y Paredes (2019), La finalidad de su averiguación ha sido evaluar la eficiencia de un sistema de 2 filtros percoladores en serie para el procedimiento de aguas residuales domésticas en la urbanización Santa Lucía –Morales. Donde diseñaron y construyeron el sistema de filtros. Su investigación midió las fronteras DBO5, DQO, T, pH y SST. Las mediciones realizadas inicialmente fueron a los 15, 30 y 40 días obteniendo DBO5 y DQO del agua residual perteneciente del biodigestor, los cuales no cumplieron el LMP del DS N° 003-2010-MINAM.

b) Demanda bioquímica de oxígeno

En la investigación se determinó el análisis de demanda bioquímica de oxígeno de las muestras colectadas de la planta de tratamiento de agua residual Paucara (Barrio Pampa Cruz) obteniendo un valor de 82.36 mg/l, observando que la dispersión de agua residual en el filtro percolador es de manera uniforme, la medición del parámetro está dentro del cumplimiento de la normativa. Realizando una comparativa según De leon (2017), hizo una evaluación técnica e

iniciativa de optimización de los filtros percoladores de la planta de procedimiento de aguas residuales (PTAR) de la Universidad Rafael Landívar, Campus Central. El trabajo se desarrolló con base a las diferentes visitas que se realizaron a la planta de procedimiento de aguas residuales, especialmente enfocado a los filtros percoladores, debido a que en la actualidad únicamente el 32.78% del lecho filtrante de roca volcánica es humedecido por el sistema de aspersión tipo Manifold que tiene implementado. La finalidad primordial de este análisis ha sido la evaluación técnica del agua residual de hoy, llevando a cabo un estudio fisicoquímico y verificando la calidad del agua.

c) Coliformes totales

El análisis del parámetro microbiológico coliformes totales resultó con un valor de 301.30 NMP 100 / mg/L en la planta de tratamiento de agua residual. Por lo cual, aceptamos nuestras H_a y rechazamos la H_0 . Esto debido a que cumple con lo especificado en la normativa D.S. 003-2010 MINAM. A lo que según Rosales (2020), en su averiguación llamada “Estudio comparativo del comportamiento de los sistemas de procedimiento de aguas residuales en las poblaciones altoandinas – provincia de Acobamba” tuvo como fin primordial decidir la calidad del agua residual, las eficiencias de las plantas de procedimiento y elegir la tecnología que se adapte a las poblaciones altoandinas para llevar a cabo los parámetros máximos permisibles”. Los resultados de DBO5 de los afluentes y efluentes de las plantas de procedimiento nos concluyeron las eficiencias de los sistemas de Acobamba, Andabamba, Anta, Paucará y Rosario, dichos son 65.93%, 19.30%, 87.71%, 18.21% y 26.23% respectivamente, la tecnología de los distritos de Acobamba y Anta cumplen con los valores del reglamento nacional de construcciones. El efluente de la planta de procedimiento del distrito de Acobamba tiene los valores de 2410 NMP/100ml en Coliformes termotolerantes, 71.20 mg/l en Rígidos

suspendidos totales, 77.00 mg/l en DBO5, los cuales cumplen los Parámetros máximos permisibles. Con los resultados conseguidos se alcanzó la conclusión que la tecnología de la planta de procedimiento del distrito de Acobamba es la que se ajusta a las propiedades de las poblaciones altoandinas.

Conclusiones

1. Se determinó que los microorganismos eficaces son óptimos en la remoción de materia orgánica según los parámetros considerados para el estudio en el agua residual colectada de la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.
2. Se determinó que los microorganismos son eficaces en el parámetro físico temperatura con valores de 11.56 ° C in situ y 25.38 ° C en laboratorio en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.
3. Se determinó que los microorganismos son eficaces en la remoción de materia orgánica en el parámetro químico demanda bioquímica de oxígeno (DBO), por lo tanto, cumplen con el Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM, límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, presentando un valor de 82.36 mg/L, en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz).
4. Se determinó que los microorganismos son eficaces en la remoción de materia orgánica en el parámetro microbiológico Coliformes totales, por lo tanto, cumplen con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, presentando un valor de 301.30 NMP 100 / mg/L. en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz).

Recomendaciones

1. Se recomienda poder utilizar otros medios orgánicos para evaluar la remoción de materia orgánica pudiendo ser más óptimo y barata, así poder utilizarlos en las plantas de tratamiento de aguas residuales.
2. Se recomienda evaluar muchos más tratamientos con microorganismos eficaces mejorando las condiciones de adaptabilidad, para poder tener resultados más óptimos.
3. Se recomienda a los encargados poder utilizar algas como un tratamiento para la remoción de metales pesados que todavía están presentes en el agua residual de la Planta de tratamiento de Paucara (Barrio Pampa Cruz).
4. Se recomienda a los encargados poder realizar tratamientos mucho más efectivos para la eliminación y/o disminución de los contaminantes que todavía quedan presentes en el efluente de la Planta de tratamiento de agua residual.

Referencias bibliográficas

- Bogota, J., Diaz, S. Y., & Ramos, P. (2008). *Montaje y puesta en marcha de dos filtro percoladores anaerobios con residuos organicos generados en la ce*Carrillo Z. EM, Lozano C. AM. Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar Chromocult. [BOGOTA D.C.]: Pontifica Universidad Javeriana; 2008.
- Catálogo General. Sistema de medición DBO BD 600: Control preciso, automático y directo de sus muestras de aguas residuales. 2017.
- Ccente R, Huayllani C. eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno en la planta de tratamiento de aguas residuales de filtro percolador del Distrito de Paucará. 2021.
- Espigares M, Pérez J. Aguas Residuales: Composicion. In 1985. p. 22.
- Franceys R, Pickford J, Reed R. A guide to the development of on-site sanitation. World Health Organization. United Nations; 1992.
- Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. Sexta. México; 2017.
- Hernández S, Fernández C, Baptista L, Méndez V, Mendoza T. Metodología de la investigación. México, D.F.: McGraw-Hill Education; 2010.
- Hernández C. JH. Evaluación de la calidad bacteriológica de agua de pozos para consumo humano del casco urbano del departamento de Chiquimula. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2012.
- Ibáñez P. J. Métodos, técnicas e instrumentos de la investigación criminológica. España: Editorial Dikynson; 2015.
- Jaramillo M, Paredes T. Evaluación de la eficiencia de un sistema de dos filtros

- percoladores en serie para el tratamiento de aguas residuales domésticas en la urbanización Santa Lucía – Morales, 2018. 2019.
- De leon P. Evaluación técnica y propuesta de mejora de los filtros percoladores de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Rafael Landívar. 2017.
- Moposita C AD. Determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la parroquia de pasa del Cantón Ambato en el período diciembre 2014 - mayo 2015. [Ambato-Ecuador]: Universidad Técnica de Ambato; 2015.
- Ríos-Tobón S, Gutiérrez-Builes LA. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. 2017 May;
- Rodier J. Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar; química, fisicoquímica, bacteriología, biología. Omega; 1990.
- Rosales S. Estudio comparativo del comportamiento de los sistemas de tratamientos de aguas residuales en las poblaciones altoandinas – Provincia de Acobamba. 2020.
- Tamayo M. El proceso de la investigación científica. Cuarta. México; 2003.
- ntrol de mercado “plaza kennedy” en Bogota.* (Bachiller Tesis de maestría), Universidad Manuela Beltran, Colombia.
- Citijal. (2017). Filtro percolador: ¿Qué es y cómo funciona? Retrieved from <http://citijal.com/filtro-percolador-que-es-y-como-funciona/>
- Civilgeeks.com. (2015). Los filtro percoladores, importancia y beneficios. Retrieved from <https://civilgeeks.com/2015/05/27/los-filtro-percoladores-importancia-y-beneficios/>

- Ecocosas.com. (2011). Filtro percolador. Retrieved from <https://ecocosas.com/energias-renovables/filtro-percolador/>
- Guerrero, L. (2018). ¿Qué es un filtro percolador? Retrieved from <https://www.aboutspanol.com/que-es-un-filtro-percolador-3417683>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2017). *Memoria de cálculo – unidad básica de saneamiento*. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*. Perú: Ministerio del Ambiente
- Monje, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*. Colombia: Universidad Surcolombiana.
- Organización Mundial de la Salud. (2013). Saneamiento. Retrieved from <http://www.who.int/topics/sanitation/es/>
- Periche, J. C. (2018). *Unidades básicas de saneamiento*. Perú.
- Robles, F. (2018). Método Inductivo y Deductivo: Características y Diferencias (Ejemplos). Retrieved from <https://www.lifeder.com/metodo-inductivo-deductivo/>
- Rodríguez, D. (2018). Investigación básica: características, definición, ejemplos. Retrieved from <https://www.lifeder.com/investigacion-basica/>
- Rotoplas. (2017). *Filtro percoladores*. Perú: Rotoplas.

Apéndice

MATRIZ DE CONSISTENCIA

EFICACIA DE LOS MICRORGANISMOS EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE PAUCARA (BARRIO PAMPA CRUZ)-2021

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p style="text-align: center;">PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es la eficiencia de los microorganismos en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021?</p> <p style="text-align: center;">PROBLEMA ESPECÍFICAS</p> <p>a) ¿Cuál es la eficiencia de los microorganismos en los parámetros físicos: temperatura en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021?</p> <p>b) ¿Cuál es la eficiencia de los microorganismos en los parámetros químicos: ¿DBO, en la remoción de</p>	<p style="text-align: center;">OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la eficiencia de los microorganismos en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.</p> <p style="text-align: center;">OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>e) Determinar la eficiencia de los microorganismos en los parámetros físicos: temperatura en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.</p> <p>f) Determinar la eficiencia de los microorganismos en los parámetros químicos: DBO, en la remoción de</p>	<p style="text-align: center;">HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>La eficiencia de los microorganismos en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es óptimo en 40 %.</p> <p style="text-align: center;">HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>i) La eficiencia de los microorganismos en los parámetros físicos: temperatura en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es óptimo en 60 %.</p> <p>j) La eficiencia de los microorganismos en los parámetros químicos: DBO, en la remoción de</p>	<p>Variables independientes</p> <p>Microorganismos</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Eficiencia de remoción de la materia orgánica</p> <p>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)</p>	<p style="text-align: center;">TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Investigación aplicada.</p> <p style="text-align: center;">NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Experimental</p> <p style="text-align: center;">MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Deductivo, inductivo.</p> <p style="text-align: center;">TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p> <p>muestreo de las aguas residuales.</p> <p>- Técnica: Análisis de laboratorio (observación).</p> <p>- Instrumento: Ficha de análisis de laboratorio.</p> <p style="text-align: center;">DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>experimental, transeccional, descriptivo.</p>

<p>materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021?</p> <p>c) ¿Cuál es la eficiencia de los microorganismos en los parámetros microbiológico: ¿Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021?</p> <p>d) ¿Cuáles son los resultados respecto a los LMPs al tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021?</p>	<p>materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.</p> <p>g) Determinar la eficiencia de los microorganismos en los parámetros microbiológico: Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.</p> <p>h) Comparar con los LMPs para evaluar la calidad en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021.</p>	<p>materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es óptimo en 60 %.</p> <p>k) La eficiencia de los microorganismos en los parámetros microbiológico: Coliformes totales en la remoción de materia orgánica en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 es óptimo en 60 %.</p> <p>l) Comparar con los LMPs para evaluar la calidad en la planta de tratamiento de agua residual de Paucara (Barrio Pampa Cruz)-2021 no superan los LMPs.</p>		<p>POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población: PTAR Paucara. • Muestra: 6 muestras • Muestreo: Aleatorio simple. <p>TÉCNICA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</p> <p>Técnica estadística:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estadística experimental. - Estadística inferencial.
--	---	--	--	--

Figura 20

Reconocimiento del lugar barrio Pampa Cruz.



Figura 21

Ubicación y reconocimiento del lugar Pampa Cruz.



Figura 22

Reconocimiento de los materiales a utilizar.



Figura 23

Colección de la muestra de agua residual y toma de datos in situ.



Figura 24

Monitoreo 2 para colección de la muestra.



Figura 25

Colección de muestra de agua residual para el proceso de remoción.



Figura 26

Lectura de datos con el multiparámetro.



Figura 27

Colección de la muestra de agua residual.



Figura 28

Monitoreo 2 colección de muestra para análisis químico.



Figura 29

Monitoreo 3 colección de muestras.



Figura 30

Proceso de traslado de la muestra en cooler.



Figura 31

Preparación de la muestra y las dosis.

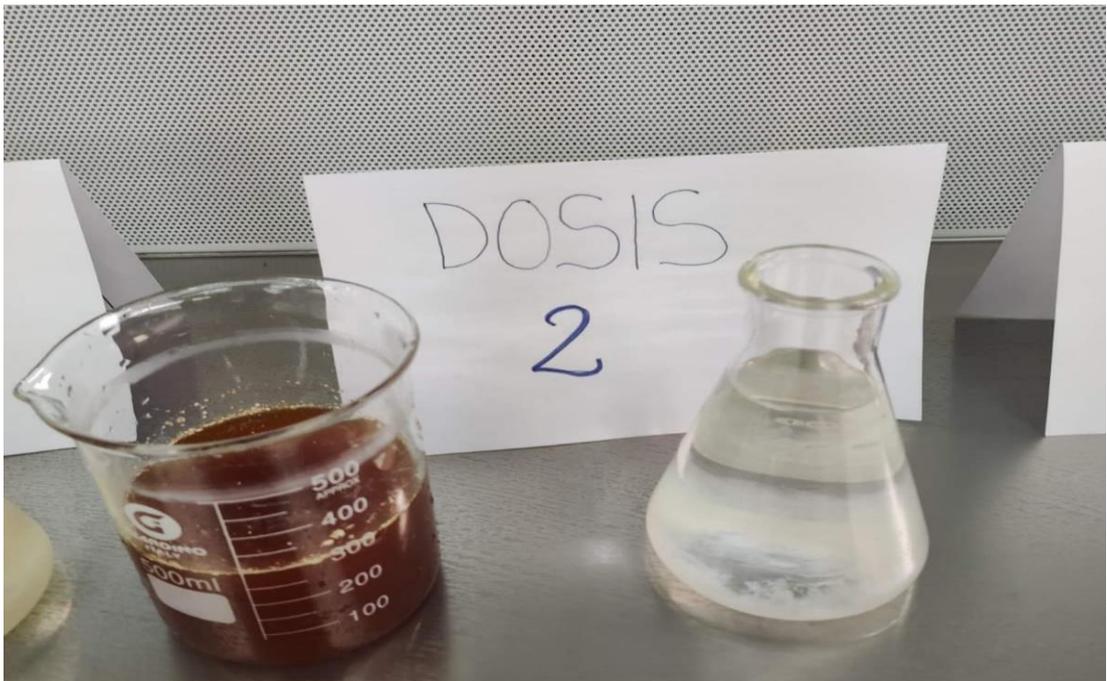


Figura 32

Identificación de la PTAR pampa Cruz.



Figura 33

Análisis de DBO de la muestra ya incubada.



Figura 34

Lectura antes de la incubación.



Figura 35

Proceso de digestión a 150 °C las muestras incubadas.



Figura 36

Lectura y proceso de determinación en los tratamientos (T1, T2 y T3).



Figura 37

Proceso de incubación de (T1, T2 y T3).



Figura 38

Análisis después del proceso de incubación.



Figura 39

Análisis de DBO5 para los tratamientos de incubación.



Figura 40

Proceso de análisis de las muestras.



Figura 41

Análisis de digestión Tratamiento 2.



Figura 42

Lectura de la curva de DBO5.



Figura 43

Preparación de las muestras.



UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- Trabajo de investigación, titulado:
"EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PAUCARA (BARRIO PAMPA CRUZ)-2021"
- Presentado por:
SANTOYO ZUÑIGA, Mayumi Xiomy.
PAUCAR ALARCON, Gabriela Margarita.
- Docente asesor:
Mg. PALOMINO PASTRANA, Pedro Antonio.
- Para obtener:
El Título Profesional de: INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO.

La Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio, **certifica que es un trabajo de investigación original** y que no ha sido presentado ni publicado en revistas científicas nacionales e internacionales, ni en sitio o portal electrónico.

Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio TURNITIN (realizado por el docente Asesor), se expide el presente.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
77.0 %	23.0 %

El Certificado se expide el 28 de diciembre del año 2022.



DR. ESPINOZA QUISPE CARLOS ENRIQUE
JEFE DE LA UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO

N° 607-2022