

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



**TESIS**

---

**“Reducción de la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes, Amarilis, Huánuco – 2023”**

---

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

**AUTOR: Sama Aguirre, Cristhian Byly**

**ASESOR: Morales Aquino, Milton Edwin**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2024**



# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Biotecnología y Nanotecnología

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

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geológica

### DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 75661771

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44342697

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

Código ORCID: 0000-0002-2250-3288

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Bonifacio Munguía, Jonathan Oscar	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	46378040	0000-0002-3013-8532
3	Condezo Beteta, Verenisa Nohely	Maestro en educación investigación y docencia superior	45728462	0009-0001-8221-7427

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día 12 del mes de noviembre del año 2024, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguia (Secretario)
- Mg. Verenisa Nohely Condezo Beteta (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2514-2024-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"REDUCCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL CAMAL MEDIANTE UN FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE CON MICROORGANISMOS EFICIENTES, AMARILIS, HUÁNUCO - 2023"**, presentado por el (la) Bach. **SAMA AGUIRRE, CRISTHIAN BYLY**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

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

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

Siendo las 16:20 horas del día 12 del mes de noviembre del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Camara Llanos  
DNI: 44287920  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Presidente

Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguia  
DNI: 46378040  
ORCID: 0000-0002-3013-8532  
Secretario

Mg. Verenisa Nohely Condezo Beteta  
DNI: 45728462  
ORCID: 0009-0001-8221-7427



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: CRISTHIAN BYLY SAMA AGUIRRE, de la investigación titulada “Reducción de la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente con Microorganismos Eficientes, Amarilis, Huánuco – 2023”, con asesor MILTON EDWIN MORALES AQUINO, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1788-2022-D-FI-UDH del P.A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 16 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 05 de julio de 2024



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



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

## 33. Sama Aguirre, Cristhian Byly.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%



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



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

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mi bella madre, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante. Y, finalmente, a los que creyeron en mí, con su actitud lograron que tomará más impulso.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi casa de estudios la Universidad de Huánuco y el programa académico de Ingeniería Ambiental por brindarme las herramientas y bases necesarias para mi formación como futuro profesional, así mismo agradezco a mis docentes y jurados por brindarme sus conocimientos y asesoramientos en este proceso los cuales fueron trascendentales en cada etapa en todos estos años de formación académica.

Quisiera empezar por expresar mi más profundo agradecimiento a mi tía Yoisy, por apoyarme en todo momento en este proceso, por siempre estar pendiente a cada necesidad. También a mi madre Gilda y mis abuelos Benedicta y Ciriaco, por sus consejos y apoyo moral en cada una de las etapas que afronté, fueron muy importantes para mí.

También expreso mi gratitud a mis grandes amigos que desde el inicio estuvieron conmigo con el apoyo técnico, moral y su buen ánimo en todo momento, y los buenos consejos.

Gracias a cada uno de ustedes ha contribuido a mi fortaleza para conseguir el éxito.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.1.1. PROBLEMA GENERAL .....	16
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.7.1. VIABILIDAD AMBIENTAL .....	18
1.7.2. VIABILIDAD OPERATIVA .....	18
1.7.3. VIABILIDAD TÉCNICA.....	18
1.7.4. VIABILIDAD SOCIAL .....	18
1.7.5. VIABILIDAD ECONÓMICA .....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL .....	19
2.1.2. ANTECEDENTE A NIVEL NACIONAL.....	21
2.1.3. ANTECEDENTE A NIVEL LOCAL .....	24

2.2.	BASES TEÓRICAS .....	26
2.2.1.	FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE.....	26
2.2.2.	MICROORGANISMOS EFICIENTES.....	28
2.2.3.	AGUAS RESIDUALES .....	33
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	40
2.4.	HIPÓTESIS.....	43
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL .....	43
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	43
2.5.	SISTEMA DE VARIABLES .....	44
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	44
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	44
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	45
CAPÍTULO III .....		46
MARCO METODOLÓGICO .....		46
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	46
3.1.1.	ENFOQUE .....	46
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL .....	46
3.1.3.	DISEÑO .....	46
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	50
3.2.1.	POBLACIÓN .....	50
3.2.2.	MUESTRA.....	50
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	51
3.3.2.	TÉCNICA .....	53
3.3.3.	INSTRUMENTO .....	53
3.3.4.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	54
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	54
CAPÍTULO IV.....		55
RESULTADOS.....		55
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS .....	55
4.2.	PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	61
CAPÍTULO V.....		63
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		63

CONCLUSIONES .....	65
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis inicial del agua de camal .....	55
Tabla 2 Análisis post experimento usando EM.....	55
Tabla 3 Análisis post experimento en ausencia de EM .....	55
Tabla 4 Procesamiento de los datos del ensayo fisicoquímico .....	56
Tabla 6 Procesamiento de los datos del ensayo bacteriológicos .....	59
Tabla 7 Prueba de normalidad de los datos .....	61
Tabla 8 Prueba t de muestras independientes .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Filtro anaerobio de flujo ascendente .....	27
Figura 2 Daños que generan los compuestos orgánicos e inorgánicos de las aguas residuales.....	39
Figura 3 Flujograma experimental .....	48
Figura 4 Flujograma del experimento aplicación de microorganismos .....	52
Figura 5 proceso del camal municipal (Afluente y efluente).....	53
Figura 6 Cambios de la conductividad .....	56
Figura 7 Cambios de los sólidos totales .....	57
Figura 8 Cambios en la turbiedad .....	57
Figura 9 Cambios del color .....	58
Figura 10 Cambios en el pH .....	58
Figura 11 Comportamiento de los coliformes totales .....	59
Figura 12 Comportamiento de los coliformes fecales .....	60
Figura 13 Comportamiento de la población de Escherichia Coli.....	60

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Ensamblado de tanques y componentes 1 y 2 del filtro FAFA	86
Fotografía 2 Armado final del filtro FAFA con biopelícula interior y visita y verificación del asesor. ....	86
Fotografía 3 Activación del EM .....	87
Fotografía 4 Inicio de toma de muestra .....	87
Fotografía 5 Toma de pH en campo .....	88
Fotografía 6 Verificación de muestra y sellado .....	88
Fotografía 7 Rotulado de muestras y Registro de fichas de campo.....	89
Fotografía 8 Recojo de muestra para el filtro .....	89
Fotografía 9 Dosificación de muestra de agua .....	90
Fotografía 10 Recepción de muestreo final .....	90
Fotografía 11 Recojo de muestra para el filtro .....	91
Fotografía 12 Dosificación de muestra de agua.....	91

## RESUMEN

Los ríos contaminados por el exceso de contenido orgánico hoy en día es uno de los mayores problemas medioambientales a cuál se busca dar soluciones con suma urgencia, por lo que el objetivo de esta investigación es el determinar la reducción de la carga orgánica del agua residual mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes. Para la metodología empleada se contó con diseño experimental con grupos al azar que se dispusieron con 5 repeticiones considerando la aplicación de microorganismos eficientes (EM) en uno de los grupos evaluándolos en un mismo periodo de tiempo. Los resultados indicaron que la conductividad inicial fue de 1391.5 umho/cm en el FAFA con EM resultó 293.2 umho/cm y en el FAFA sin EM resultó 418.2 umho/cm. En los Solidos Totales se tuvo inicialmente de 694.0 mg/l, en el FAFA con EM resultó 147.0 mg/l y en el FAFA sin EM resultó 208.6 mg/l. Inicialmente la Turbiedad tuvo 76.5 UNT, en el FAFA con EM resultó 14.8 UNT y en el FAFA sin EM resultó 25.4 UNT. Para el Color se tuvo inicialmente 496.0 UCV, en el FAFA con EM resultó 5.4 UCV y en el FAFA sin EM resultó 19.2 UCV. Para el pH tuvo inicial 8.5, en el FAFA con EM resultó 7.4 y en el FAFA sin EM resultó 7.9. Los Coliformes Totales inicialmente tuvo 4598.0 NMP/100 ml, en el FAFA con EM resultó 908.8 NMP/100 ml y en el FAFA sin EM resultó 1699.4 NMP/100 ml. Para Coliformes Fecales se tuvo inicialmente 2598.5 NMP/100 ml, en el FAFA con EM resultó 710.0 NMP/100 ml y en el FAFA sin EM resultó 1103.0 NMP/100 ml. Y finalmente Escherichia Coli tuvo 1699.0 NMP/100 ml inicial, en el FAFA con EM resultó 440.4 NMP/100 ml y en el FAFA sin EM resultó 712.2 NMP/100 ml. Concluyendo así que se tuvo una reducción significativa en la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) con microorganismos eficientes como también el mismo filtro sin microorganismos eficientes.

**Palabras clave:** Eutrofización, Microorganismos eficientes, Filtro anaerobio de flujo ascendente, agua, Contaminación.

## ABSTRACT

Rivers polluted by excess organic content today is one of the biggest environmental problems to which solutions are sought with great urgency, so the objective of this research is to determine the reduction of the organic load of wastewater by means of an anaerobic upflow filter with efficient microorganisms. For the methodology used, there was an experimental design with randomized groups that were available with 5 replications considering the application of efficient microorganisms (MS) in one of the groups, evaluating them in the same period of time. The results indicated that the initial conductivity was 1391.5 umho/cm, in the FAFA with MS it was 293.2 umho/cm and in the FAFA without MS it was 418.2 umho/cm. In Total Solids it was initially 694.0 mg/l, in FAFA with MS it was 147.0 mg/l and in FAFA without MS it was 208.6 mg/l. Initially, Turbidity had 76.5 UNT, in the FAFA with ME it was 14.8 UNT and in the FAFA without ME it was 25.4 UNT. For Color, 496.0 UCV was initially obtained, in the FAFA with ME it was 5.4 UCV and in the FAFA without ME it was 19.2 UCV. For pH it was 8.5, in FAFA with ME it was 7.4 and in FAFA without ME it was 7.9. Total Coliforms initially had 4598.0 MPN/100 ml, in FAFA with MS it was 908.8 MPN/100 ml and in FAFA without MS it was 1699.4 MPN/100 ml. For Fecal Coliforms, the initial score was 2598.5 MPN/100 ml, in FAFA with MS it was 710.0 MPN/100 ml and in FAFA without MS it was 1103.0 MPN/100 ml. And finally Escherichia coli had an initial 1699.0 MPN/100 ml, in the FAFA with MS it was 440.4 MPN/100 ml and in the FAFA without MS it was 712.2 MPN/100 ml. Thus, it was concluded that there was a significant reduction in the organic load of the wastewater from the field by means of an anaerobic upflow filter (FAFA) with efficient microorganisms as well as the same filter without efficient microorganisms.

**Keywords:** eutrophication, efficient microorganisms, upflow anaerobic filter, water, pollution.

## INTRODUCCIÓN

El agua componente vital para el progreso biótico, recurso imprescindible que, a causa de la acción humana a través del tiempo, fue degradándose hasta la actualidad ser cuestiones sociales y ambientales que tienen un impacto directo a todo el sistema hídrico con grandes cuerpos de agua contaminados.

A medida que las poblaciones humanas crecen la necesidad del consumo de este recurso también, tratando de satisfacer las necesidades, que también originan cambios físicos, químicos y biológicos en los cuerpos de aguas.

Las descargas residuales sin el proceso de remediación adecuado, puede causar complicaciones para las personas y los ecosistemas, lamentablemente las autoridades poco hacen para mitigar estas acciones de contaminación, aguas residuales de procesos industriales, domesticas entre otras, con altas cargas de materia orgánica son vertidas sin ningún control generando un desequilibrio en la característica natural del agua, y alterando los diversos ecosistemas.

Uno de los problemas identificados de estas descargas residuales con grandes cargas orgánicas en el Perú, son las utilizations de estas aguas sin un previo proceso de descontaminación, en su mayoría son usadas para el riego en la agricultura.

En el Perú de las 2600 ciudades con un tratamiento de desagües solo 61 disponen de estos, el panorama no es muy alentador las legislaciones no son acatadas con rigurosidad asiendo un olvido a las responsabilidades de las municipalidades en manejo de las emisiones de residuos de su jurisdicción.

El camal municipal de amarilis es uno de los puntos graves de contaminación al cuerpo de aguas del rio Huallaga por las descargas de aguas residuales con grandes cantidades de materia orgánica, lamentablemente hasta la actualidad pese a que años atrás se incorporó unos tanques de tratamiento de aguas residuales, se verificó que aun las descargas de aguas

contienen grandes porcentajes de materia orgánica, así como también altos porcentajes en parámetros físicos químicos, microbiológicos.

Es una necesidad para la población y todo ecosistema presente de la zona el dar un correcto tratamiento para estas aguas contaminadas, pues significan un mayor peligro para las personas y los ecosistemas. Dentro de este contexto una respuesta eficiente en el correcto tratamiento es el uso de filtros de flujos con microorganismos eficientes EM, estos intervienen de tal manera que mejoran ciclo de degradación de la M.O, el mal olor, color, disminuye la eutrofización en los cuerpos de aguas entre otros parámetros por consecuencia mejorando la calidad del agua.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El agua componente necesario e indispensable para el hombre para existir. Aunque las fuentes de agua están a través que el hombre se globalizó, las emisiones de aguas residuales domésticas e industriales comenzaron a contaminar los recursos hídricos, debilitar los ecosistemas, etc. Por tanto, era necesario introducir sistemas de purificación de agua (Ramírez, 2021). Puesto que Según la UNESCO (2017), el 80% de las aguas residuales regresan al medioambiente sin tratamiento ni respuesta, lo que supone uno de los mayores problemas hídricos.

Se consideran aguas residuales aquellas aguas donde la calidad tiene un impacto negativo en las actividades humanas. El agua no tiene valor de uso ni de producción por su calidad, cantidad y disponibilidad (Zarza, 2019) esto genera un gran problema global según estudios realizados. En la situación que hoy en día se vive de diferencias sociales, de pobreza y marginación alrededor de cinco millones de personas en todo el planeta son afectados. hasta el punto de llegar a la muerte por el consumo de agua contaminada. Las aguas residuales de los mataderos vertidas en ríos superficiales o bajo superficie causan problemas a causa de los compuestos de nitrógeno que causan eutrofización y crecimiento de algas, lo que reduce el oxígeno disuelto y crea zonas anóxicas. La propiedad biodegradable permite que el procesamiento biológico sea una opción económica y técnica rentable. El tratamiento anaeróbico logra una eficiencia del 60-90% en la reducción del consumo bioquímico de oxígeno (DBO) y el consumo de energía, pero no deja disminuir los nutrientes (nitrógeno y fósforo). Por otro lado, el procesamiento aeróbico consigue una eficiencia de hasta el 90% con un mayor consumo energético debido a la aireación, y permite reducir los nutrientes en compuestos anóxicos-óxicos| (Zarza, 2019).

En Perú, sólo el 69,65% de los habitantes urbanos están cubiertos por las 50 Prestadoras de Servicios de Alcantarillado (EPS). La población

expuesta vierte sus aguas contaminadas directamente al mar, ríos, lagos, arroyos o las utiliza para la agricultura, entre estas agua están, las aguas industriales, domesticas, municipales y uno de los más peligroso las agua residuales de los camales, tienen una alta cantidad de restos orgánicos, que al no recibir el tratamiento correcto, contaminan grandes cuerpos de agua (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014). Que a su vez estos cuerpos de agua son utilizadas para cultivos y hasta para consumo pese a su mala calidad generando un problema social ambiental a nivel nacional.

Y Huánuco al ser un reflejo del tratamiento de agua en Perú, no cuenta hasta la actualidad, con un correcto tratamiento de aguas residuales no controladas al rio Huallaga por parte del camal municipal. Siendo esta una fuente de contaminación constante, alterando el balance natural en cuanto a los parámetros del rio, que año tras año viene evidenciando una contaminación sin control por el exceso de carga orgánica proveniente de la matanza de animales al cuerpo de agua, alterando los ecosistemas naturales de la zona, siendo un problema ambiental muy grave. Tomando en cuenta la problemática mencionada, en esta investigación se plantean una posible solución para disminuir la carga orgánica empleando microorganismos eficientes (EM), contrarrestando la contaminación que se viene generando.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida reduce la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes, Amarilis, Huánuco 2023?

### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cuáles son las características fisicoquímicas, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal?

¿Cuáles son las características bacteriológicas, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal?

¿Cuáles son las características fisicoquímicas, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente sin microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal?

¿Cuáles son las características bacteriológicas, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente sin microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal?

## **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la reducción de la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes, amarilis, Huánuco.

## **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar los parámetros fisicoquímicos, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal.

Evaluar los parámetros, bacteriológicas, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal.

Evaluar los parámetros fisicoquímicos, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente sin microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal.

Evaluar los parámetros, bacteriológicas, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente sin microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal.

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

Recurso indispensable el agua en el desarrollo de la vida; por lo que cualquier desequilibrio de su calidad afecta directamente a la salud humana y la del planeta. Por lo que se necesita el uso racional y eficiente y tomar responsabilidad para su cuidado.

Las aguas residuales del camal municipal de Amarilis, no recibe ningún tratamiento, estas aguas contienen en alto porcentaje de materia orgánica, alto porcentaje de fósforo y nitrógeno los que provocan eutrofización en los cuerpos naturales de aguas, sin embargo, son vertidas al río Huallaga. Es por ello que con el experimento se intenta una posible solución, siguiendo la línea de investigación de la biotecnología y nanotecnología en los restos orgánicos y su eliminación con la aplicación de un filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes.

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

Limitado presupuesto económico del investigador el proceso experimental se limitó a usar un prototipo a escala laboratorio de un filtro FAFA, no obstante, con los resultados se pudo hacer recomendaciones para llevarlas a escalas más grandes.

Debido al enfoque principal del proyecto de investigación solo se trabajará con el agua residual provenientes del camal, con ello los resultados y tratamientos no serán los mismos para otros tipos de aguas.

Se limita a la evaluación solamente los siguientes parámetros (color, turbiedad, pH, conductividad,) (Coliformes Fecales, coliformes totales, Escherichia Coli) dichos parámetros son suficientes para entender los cambios en el agua residual del camal.

El experimento se realizó de manera ex-situ puesto que se tuvo mayor control ya que en el lugar de la toma de muestras no fue apto ni accesible para el desarrollo del mismo.

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

La investigación es viable y se sostiene en siguientes criterios:

### **1.7.1. VIABILIDAD AMBIENTAL**

Las descargas residuales salientes de los efluentes del camal se convierten en problemas directos a las aguas del río Huallaga, es por ello la necesidad del desarrollo de un tratamiento que sea favorable al medioambiente y el equilibrio de los cuerpos de agua.

### **1.7.2. VIABILIDAD OPERATIVA**

La viabilidad operacional se basa principalmente a la accesibilidad del punto de muestreo del agua contaminada del camal municipal, asimismo se contó con recursos; movilidad, apoyo de campo y materiales para el muestreo.

### **1.7.3. VIABILIDAD TÉCNICA**

La investigación es viablemente técnica puesto que se dispone de asesores y docentes de nuestra universidad, quienes tienen conocimiento y en el ámbito que se plantea el estudio.

### **1.7.4. VIABILIDAD SOCIAL**

Se tienen una viabilidad social puesto que con la investigación se pretende dar solución a un problema que afecta a las personas vinculadas además de general conocimientos para posibles soluciones.

### **1.7.5. VIABILIDAD ECONÓMICA**

Es viable económicamente la investigación se debido a que se podrá financiar el desarrollo total con gastos asumidos por el tesista.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

Ortiz et al. (2021) en el artículo académico con título; *“Uso de microorganismos eficientes para la depuración de contaminantes orgánicos en aguas residuales urbanas”* del Instituto Nacional de Biodiversidad - INABIO, Ecuador. Cuyo objetivo fue evaluar el uso de microorganismos eficientes para la depuración de contaminantes orgánicos en aguas residuales urbanas. Para la metodología Los microorganismos fueron capturados en varios lugares con condiciones climáticas favorables. Después de utilizar métodos como la tinción de Gram para la identificación, se creó un biorreactor para la producción en masa con aguas residuales municipales de un edificio residencial. Cuyos resultados muestran para la identificación microbiana en los ríos pita y santa Cecilia donde se encontraron cepas de gran positiva y las usaron en el tratamiento de sus aguas contaminadas, las cuales presentan altos niveles de contaminación en cuanto a DBO<sub>5</sub>, DQO, pH y sólidos sedimentados, las cuales fueron: para la cepa 01 - Pululahua los porcentajes de eficiencia fueron 9,33%; 69,15%; 62,52% y 48,14% para la cepa 01 - jardín, porcentajes de eficiencia del 13,33%; 67,96%; 54,62% respectivamente; para la cepa 01 - para los similares parámetros. Concluyendo que los valores encontrados indican que la capacidad de las bacterias Gram-positivas en el proceso de purificación está relacionada con su potencial de biodegradación debido a las propiedades químicas de sus paredes celulares de peptidoglicanos y la alta cantidad de suelo.

Méndez & Orejuela (2021) en su tesis con título; *“Evaluación de microorganismos eficientes mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente en agua residual sintética, determinado por la eficiencia de remoción de DQO y SST”* en la universidad Uniautónoma del Cauca –

Colombia. En la que tuvo por objetivo determinar la eficiencia de remoción de DQO y SST en dos reactores FAFAS, ambos con lecho de grava, pero solo uno de los dos con inoculación de microorganismos eficientes durante aproximadamente mes y medio. En la metodología Una revisión de la literatura sobre los temas, creación y ejecución de filtros, elaboración artificial de aguas residuales, desafío microbiano fino, selección y limpieza de lechos filtrantes, implementación de FAFAS, modelado y análisis de parámetros físicos químicos, Se comparan poblaciones y medias por pares y finalmente se calcula la efectividad en la eliminación de DQO y SST de las aguas residuales. Resultados para Las tasas de eliminación de DQO y SST de los FAFA con buenos microorganismos son del 55% y el 56%, las de los FAFA sin buenos microorganismos son del 16% y el 18%; las estadísticas confirman la capacidad de estos microorganismos para eliminar la contaminación del agua debido a los efectos nocivos en las cargas orgánicas de las aguas contaminadas. Concluyendo que Los organismos positivos inyectados en FAFAS (producto Versaklin) tienen un efecto sobre la descomposición de los restos orgánicos en las aguas contaminados, mostrando tasas de eliminación de SST y DQO del 55% y 56%, respectivamente, a diferencia de los obtenidos con FAFA sin un microbio positivo esto equivale al 16% y al 18%.

Morales (2020) en su tesis con título; *“Comparación de tratamientos biológicos usando microalgas y microorganismos en aguas residuales de empacadora de pescado mediante simulación de procesos”* en la Universidad de Guayaquil – Ecuador. Tuvo como objetivo comparar tratamientos biológicos usando microalgas y microorganismos. Para lo cual la metodología implica simulaciones de bioprocesamiento de muestras de investigación y datos de referencia de la industria productora de pescado mediante programas Matlab/Simulink, parámetros de respuesta DQO y DBO5. Se utilizaron 4500 ml de agua contaminada y en el reactor biológico se utilizaron 500 ml de microalgas y 500 ml de microorganismos para cada experimento. Y se obtuvieron los siguientes resultados, La DQO es de 3580 mg/L y la DBO es de 3232

mg/L a 163,5 mg/L, lo que cumple con la normativa ambiental vigente. 097 A. Comparando las dos alternativas se determinó que las microalgas funcionan mejor para reducir la DO la DQ y biológica es del 95,43%.

### **2.1.2. ANTECEDENTE A NIVEL NACIONAL**

Flores (2021) en su tesis con título; *“Microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales domésticas San Francisco De Asís, Pomalca”* de la Universidad César Vallejo. Cuyo objetivo fue objetivo usar microorganismos eficaces para cumplir con los Límites Máximos Permisibles de aguas residuales domésticas. En la metodología se utilizó un diseño comparativo, longitudinal, cuasiexperimental, con Un conjunto factorial 4x3 con 3 iteraciones tendrá 36 muestras. Las muestras se recolectaron en recipientes de 20 litros y se estudiaron 3 volúmenes: 500 ml, 750 ml y 1000 ml. Los parámetros considerados fueron fisicoquímicos y microbiológicos. Como resultado, el pH disminuyó de 6,93 a 5,96 durante la SST cuando se administraron 1000 ml de EM, el efecto incrementó de 38,3 mg/l a 56,7 mg/l cuando se aumentó la dosis. No es significativamente diferente del primer modelo Al igual que en el grupo de tratamiento, hubo una ligera diferencia en aceites y grasas de 14,6 mg/l a 11,63 mg/l, la DBO5 disminuyó de 120,6 mg/l a 80 mg/l y la DQO disminuyó de 14,6 mg/l a 80mg. /l. 279,2~182,6 y coliformes termo tolerantes resultado inicial de 94,006 y el final de 10,533. Concluyendo que concerniente al comparar Los resultados pre y post de cada tratamiento identificaron una reducción positiva de DBO5, DQO, aceite y grasa.

Vigo (2020) en su tesis con título; *“Efecto de Microorganismos Eficaces (ME) en el proceso de depuración de aguas residuales domésticas en condiciones altoandinas”*, en la Universidad Peruana Unión – Lima. En la que el objetivo fue evaluar el efecto de microorganismos eficaces (ME) en el proceso de depuración de aguas residuales domésticas. Para lo cual la metodología conto con un Descripción del diseño antes de la prueba. Se instalaron cuatro unidades de tratamiento con capacidad de 110 L de agua, las dos primeras

unidades que contenían ME (220 mL) se utilizaron en sistemas aeróbicos y anaeróbicos y las dos últimas para control, Asimismo, se instalaron colectores de energía plásticos para aumentar la temperatura de procesamiento hasta un tiempo de trabajo de 10 horas durante 22 días. Y se obtuvo los siguientes resultados; El primer tratamiento dio mejores resultados para la eliminación de DBO5 (80,7%), DQO (79,9%), SST (88,9%) y fósforo total (81,8%), mientras que el segundo tratamiento dio mejores resultados para la eliminación de nitrógeno N-NH<sub>4</sub>. (100%), N-NO<sub>2</sub> (100%) y N-NO<sub>3</sub> (98,1 Los colectores solares recibieron 502,65 KWh, resultando en una capacidad promedio de 45,2, 40,7, 41,3 y 40,0% de la radiación solar captada por los colectores 1, 2,3 y 4, respectivamente. primera potencia para DBO5 (-0.0980,-0.0745,-). 0,0812,-0,0924 día-1) y COD (-0,1026,-0,0526,-0,0605,-0,0758 día-1) correspondiente al agua residual secundaria, y el Tratamiento 1 muestra el mejor patrón de remoción para el reactor mixto completo con DBO5 y DQO de 68.3% y 69.3%. Por lo tanto, se concluyó que ambos tratamientos ME mostraron mejores respuestas en la reducción de nitrógeno y orgánico.

Gonzales & Quispe (2020) en su tesis titulada, "*Influencia de los Microorganismos Eficaces (EM) en el Tratamiento de Aguas Residual Domesticas en el Distrito de Huancavelica*", en la Universidad Nacional de Huancavelica. Cuyo objetivo fue evaluar la influencia de los microorganismos eficaces (EM) en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Para lo cual se empleó la metodología de El uso de microorganismos beneficiosos se realiza en solución o activación de EM de la siguiente manera. Esta evaluación se realizó durante 0 a 3 meses. 32; Los tratamientos de 62 y 90 días determinarán los resultados de estos microorganismos con respecto a la calidad del agua contaminada (pH, temperatura y DQO). Donde Los resultados obtenidos muestran que las bacterias benéficas influyeron en el tratamiento de las aguas contaminadas en los posteriores recipientes: mes 01; Los contenedores 02 y 03 tuvieron la mejor eficiencia de eliminación de DQO, con un promedio de 44,75% y 39,95%, respectivamente. Finalmente, donde

concluyó que, En el mes 01, queda claro que lo mejor logrado en 03 tanques (EM) ocurre por la rápida descomposición de la carga orgánica (DQO) debido al metabolismo microbiano al principio de los procesos. El actuar de la descomposición de la DQO se evaluó aumentando la dosis y disminuyendo el sustrato durante el período de monitoreo.

García & Robles (2018) en cuya tesis titulada, "*Determinación de la dosis de microorganismos eficientes para el tratamiento de aguas residuales domésticas provenientes de la Universidad Nacional de Ucayali*", en la Universidad Nacional de Ucayali, que tuvo por objetivo el evaluar la cantidad de microorganismos eficientes que mejor efecto tiene en la calidad de las aguas residuales domésticas de la Universidad Nacional de Ucayali, en 21 días; empleándose 9 estanques experimentales de 1x1x1 m de largo, ancho y alto, con 1 m<sup>3</sup> de capacidad. Para lo cual la metodología empleada fue el aplicar Diseño aleatorio con 3 procesamientos y 3 repeticiones utilizando microorganismos positivos (T1=4 ml, T2= 6 ml, T3= 8 ml). Normalmente, las muestras de agua se toman cada dos días después del análisis inicial. Los parámetros evaluados son: pH, conductividad, temperatura, sólidos suspendidos totales, DBO<sub>5</sub>, DQO, coliformes totales y fecales, amoníaco, nitrato, nitrato, cobre, turbidez y hierro. El tratamiento de los datos se realizó mediante la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ) y los resultados son los siguientes: pH= 9.4, 8.55, 8.67, 8.49; STS= 446 mg/l, 439.76 mg/l, 437.14 mg/l, 439.8 mg/l; DBO<sub>5</sub>= 145 mg/l, 40.50 mg/l, 42.59 mg/l, 43.00 mg/l; DQO= 239 mg/l, 67.00 mg/l, 72.00 mg/l, 70.75 mg/l; coliformes Termotolerantes o fecales= 78 127 NMP/100 ml; 2 783.75 NMP/100 mL, 2 904.42 NMP/100 mL, 2 838.67 NMP/100 mL y coliformes totales= 334 051 NMP/100 mL, 5 801.17NMP/100 mL, 4 778.00NMP/100 mL, 7 970.50 NMP/100 mL; llegando a la conclusión no hay diferencias significativas entre tratamientos; Sin embargo, existe una diferencia importante en el tiempo del tratamiento microbiológico para la calidad del agua residual, con buenos resultados desde la primera semana.

### 2.1.3. ANTECEDENTE A NIVEL LOCAL

Ferrer (2019) en su tesis con título; *“Efecto de los Em (microorganismos eficaces) y levaduras en la degradación de residuos pecuarios, en condiciones del vivero forestal”* de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán – Huánuco. Teniendo por objetivo determinar el efecto de EM (microorganismos eficaces) y levaduras en la degradación de residuos pecuarios en condiciones del vivero forestal. La metodología fue El experimento aleatorizado se repitió utilizando cinco tratamientos, incluido el control (Control), la levadura (dos dosis de L) y el microorganismo beneficioso (dos dosis de EM). Se utilizó el modelo estadístico ANAVA. Los resultados muestran que se registraron temperaturas para los parámetros evaluados durante la recolección de compost de Materia orgánica con 36.7 %(T0), 36.24 %(L1), 34.38 %(L2), 31.81 %(EM1), 36.17 %(EM2), Nitrógeno con 1.49 %(T0), 1.62 %(L1), 1.71 %(L2), 1.59 %(EM1), 2.98 %(EM2), Fosforo con 3.36 %(T0), 3.66 %(L1), 3.78 %(L2), 3.78 %( EM1), 3.92 %(EM2), Potasio con 0.5 %(T0), 0.86 %(L1), 0.99 %(L2), 0.69 %(EM1), 0.78 %(EM2), Calcio con 5.30 %(T0), 6.36 %(L1), 7.36 %(L2), 5.48 %(EM1), 8.67 %(EM2), Magnesio con 1.76 %(T0), 1.83 %(L1), 1.94 %(L2), 1.8 %(EM1), 3.03 %(EM2) 37.25 °C (T0), 36.12 °C (L1), 34.25 °C (L2), 33.87 °C (EM1), 31.75 °C (EM2), así como humedad de 54.5 %(T0), 53.37 %(L1), 51.37 %(L2), 44.62 %(EM1), 42.87 % (EM2), y con pH de 8.9 (T0), 8.31 (L1), 8.8 (L2), 8.86 (EM1), 8.85 (EM2). Concluyendo que el uso de estos aditivos, como microorganismos y levaduras benéficas, modificó sus propiedades biológicas, físicas y químicas relacionadas con el tratamiento de manipulación actual en condiciones experimentales, los métodos de tratamiento no todos cumplen con los parámetros de descomposición y mineralización de los desechos animales dentro del plazo prescrito.

Borrovic (2022) en su tesis con título; *“Efecto de los microorganismos eficientes en aguas servidas de piscinas para su reutilización según los parámetros obtenidos”* de la Universidad de Huánuco. En la que el objetivo fue determinar el efecto de los

microorganismos eficientes en aguas servidas de piscinas para su reutilización según los parámetros obtenidos. En la metodología se recogieron muestras pre y post del tratamiento de las aguas residuales de los servicios higiénicos. Resultados Para la turbiedad del agua en T0 = 2, se observó la reducción en T2 = 1 y se utilizaron 0,75 ml. En cambio, en otros procesos que superan el valor T0, éste se encuentra en sus límites, por el mismo color que el tratamiento recibido en T0 y T1; T4 y T6 = 115, T3 = 103, T5 = 117, T7 y T8 = 120, más que los límites de ECA-agua. Hay una diferencia significativa en la DBO para T0=1. Es decir, T1= 43, T2= 86, T3= 132, T4= 144, T5= 139, T6= 187, T7= 210 y T8= 276. Están en la zona ECA de 5 o menos. Para la DQO del agua se pueden observar cambios teniendo en cuenta T0= 2 y obtener T1= 25, T2= 193, T3= 281, T4= 337, T5= 328, T6= 370, T7= 476 y T8= 576. Los coliformes totales aumentaron al T0= 802 tras la aplicación con EM. los coliformes termo tolerantes en relación al T0= 569, los valores logrados de la T1 a la T8. Las bacterias heterótrofas tuvieron una disminución similar en T0= 588 y obtuvieron valores inferiores en T5= 132. Concluyendo que las altas concentraciones de microorganismos beneficiosos son buenas casi todos los parámetros químicos y físicos, pero mejores para los parámetros bacteriológicos.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE

Tal como menciona Elizabeth et al. (2018) Los filtros anaeróbicos son reactores biológicos montados en lecho con varios tanques de filtración conectadas en cadena. A medida que el agua residual pasa por el filtro, son capturadas las partículas la masa orgánica es descompuesta por organismos activos adheridos a la pared superficial del material filtrante.

Fortaleciendo el concepto anterior CONAGUA (2015) (Comisión Nacional del Agua- México), agrega que un filtro anaeróbico de flujo ascendente proceso en la cual se realizan tratamientos de aguas contaminadas donde se depuran las cargas orgánicas con sistemas anaeróbicos. Los filtros anaeróbicos se pueden utilizar como equipo de biorremediación primario de aguas grises, con bajas velocidades aguas arriba para evitar la pérdida de biomasa. Con el tiempo, la biomasa orgánica se acumula en el paquete, lo que puede provocar un cortocircuito. En este punto, se debe lavar y drenar el tanque para eliminar los sólidos.

Filtro anaerobio de flujo ascendente tiene como beneficios:

- ✓ Capaz de manejar mayores cargas de DQO, el reactor es pequeño y fácil de operar.

Las ventajas que presenta en comparación con otros procesos, el proceso anaeróbico a través de FAFA es:

- ✓ La biomasa se puede utilizar para generar energía y calentar reactores nucleares.
- ✓ El excedente del metano en gas se utiliza como gas combustible.
- ✓ Un proceso unido de requisitos mínimos de terreno.
- ✓ Gastos mínimos de operación y edificación.
- ✓ Mínima generación de lodos.
- ✓ No necesita alta energía (el necesario para su distribución).

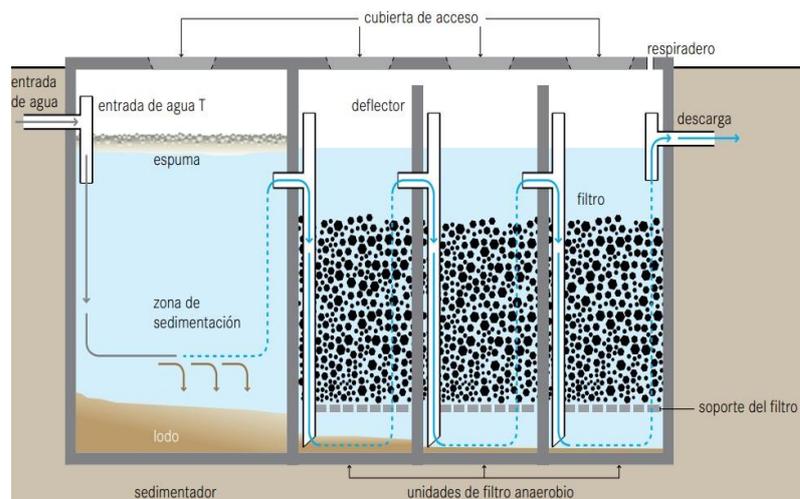
- ✓ Se logran resultados positivos en la eliminación de DQO y DBO del 65-75%.
- ✓ Lodos con gran cantidad con suspensión de lodos.
- ✓ los lodos resultantes presentan propiedades equilibradas.

Los 3 estados resultantes de masa en el Fafa son:

- ✓ En el medio filtrante esta una película incorporada.
- ✓ En los poros del medio filtrante la biomasa es atrapada.
- ✓ La importancia de la gran biomasa permanece en el fondo de los medios filtrantes, los compuestos orgánicos de las aguas residuales producen gran cantidad de masa, dióxido de carbono y metano.

**Figura 1**

*Filtro anaerobio de flujo ascendente*



*Nota.* El filtro anaerobio es un proceso de reducción que se llevan a cabo por microorganismos que se encuentran adheridos a una superficie sólida, ya que el afluente, en el Fafa, es alimentado por la parte inferior y opera inundado (Elizabeth et al., 2018).

## **2.2.2. MICROORGANISMOS EFICIENTES**

Según Coutinho de Andrade (2020) los microorganismos eficientes (EM) son pequeños seres vivos que cumplen con un papel importante, con capacidad de degradar la materia orgánica de manera eficaz, estos microorganismos normalmente no causan daños y pueden ser muy favorables en el cuidado del medio ambiente, ya que ayudan a la recuperación de los suelos y restaurar cuerpos de agua con beneficios favorables. Controlando olores ofensivos, reduciendo Además de aumentar el oxígeno disuelto y reducir la sedimentación al inhibir la población de microorganismos patógenos, estabiliza el pH. Es una forma sencilla y económica de deshacerse de cajas de recogida de aceite y fosas sépticas.

Para Restrepo & Hensel (2009) un EM es un sustrato mixto de microorganismos beneficiosos presentes en la medio ambiente y que se puede aplicar generalmente a la tierra y a la flora para una mejor característica bacteriana, o se puede utilizar a la cual plantar en fertilizantes macerados similar a bokash. EM contiene microorganismos seleccionados, principalmente bacterias del ácido láctico, levaduras, algunas bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros organismos. Todos se interrelacionan entre ellos y además conviven en un lenguaje fluido. El EM no contiene microbios genéticamente modificados.

### **2.2.2.1. EL GRUPO QUE COMPONEN LOS MICRORGANISMO EFICIENTES**

Levaduras (*Sacharomyces*): Uso de sustancias liberadas a través de raíces herbarias, sintetizar vitaminas y activar microorganismos efectivos del suelo. Los productos bioquímicos como las hormonas y las enzimas generadas por la levadura inician actividad celular en las raíces.

Actinomicetos: Control de bacterias y hongos patógenos y también aumentar la adecuación de la flora (Restrepo & Hensel, 2009).

Ácido láctico de Bacterias productoras (*Lactobacillus* y *Pediococcus*): Generan lácticos ácidos que controla a los microorganismos nocivos como Fusarium. por fermentación de materia orgánica sin curtir liberan nutrientes a plantas (Restrepo & Hensel, 2009).

Bacterias fotosintéticas: Aprovechan los rayos solares como la luz y calor. También utilizan componentes excretados por las raíces en la síntesis de nutrientes y vitaminas, aminoácidos, sustancias bioactivas, ácidos y azúcares, que ayudan en el crecimiento de las plantas. Aumentar las cantidades de los demás organismos. eficientes, como fijadores de nitrógeno, hongos micorrizas y actinomicetos (Restrepo & Hensel, 2009).

#### **2.2.2.2. APLICACIONES Y USOS DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTE**

Los EM tienen diversas aplicaciones y usos muy favorables (Coutinho de Andrade, 2020) algunos de ellos se muestran a continuación:

**Aplicaciones en la Agricultura:** Al igual que la micro fertilización, la EM también establece el balance microbiológico de los suelos, mejora las características fisicoquímicas, aumenta la producción y protección de los cultivos y protege los componentes de los ecosistemas en los productos agrícolas y el desarrollo sostenible ambiental.

**Aplicaciones en la Producción Animal:** En la producción ganadera, las tecnologías EM se pueden utilizar en operaciones ganaderas, gestión de residuos e insumos para aumentar las variables de producción y aumentar la eficiencia del sistema.

**Instalaciones de Alojamiento:** El propósito de integrar EM en forrajes para ganado es menorar la actividad de microorganismos dañinos que generan deterioro.

- Baja las poblaciones de insectos plaga y de malos olores (amoniacos), resultantes de la descomposición de excretas in situ.
- Reducir la frecuencia del uso del agua reduciendo la cantidad de agua de lavado y utilizando tapetes secos para recolectar heces y orina.
- Las infraestructuras se mantienen, aminorando la formación de herrumbre y oxidación.
- Minimizar los requerimientos y uso de limpiadores, reduciendo precios de ejecución y mantenimiento.

**Sanidad y Salud Animal:** Los antioxidantes creados por EM mejoran las líneas celulares inmunes y reducen la necesidad de medicamentos (vitaminas, antibióticos y hormonas), reduciendo así el riesgo de infección y estrés corporal en los animales. Enriquece los microorganismos ruminales, aumenta la conversión alimenticia y el peso corporal.

**Desechos Animales y su Manejo:** Minimiza los olores desagradables que generan las heces, ayuda a utilizar eficazmente los desechos animales, que son un subproducto y seguro, depurando los organismos microscópicos, patógenos entre semillas y malas hierbas, aumenta la efectividad del bokashi, permitiendo una buena maceración y restringiendo el ácido butírico donde las bacterias se desarrollen en la biomasa, generando que se descomponga y tenga mal olor.

- En los fertilizantes tipo bokashi, no es necesario descomponer completamente el material antes de su uso, por lo que la velocidad de preparación del fertilizante es de 15 a 20 días.
- Reintroducir aguas contaminadas en el agua de uso agrícola.

**Mantenimiento y Mejoramiento de Praderas:** Mediante la síntesis de bioquímicos y nutrientes, aumenta la producción de

alimentos y piensos, lo que tiene resultados únicos en la calidad de los alimentos.

**Alimentación Animal:** El uso de EM en la alimentación animal se produce en el agua potable y en los equipos de alimentación.

- La adición de EM al agua potable mejora el sistema intestinal de los animales, reduce el riesgo de infección, fortalece y mejorando el sistema inmunológico.
- El estado de la hierba mejora y la hace más sabrosa. A su vez, más aminoácidos sintetizados por el ME quedan disponibles para el animal, ayudando así a que los microorganismos enzimáticos crezcan en el rumen. Las soluciones generadas por el deterioro benefician el equilibrio de la microflora intestinal y el estado del organismo y aumentan la ingesta de alimentos en la fauna.

**Mejoramiento de la Calidad de los Productos Animales:** El aumento del ácido butírico producido por la fermentación bacteriana ruminal aumenta el contenido total de sólidos y grasas de la leche, mejorando así la calidad de la leche.

- Mejorar el estado de carne reduciendo la proporción de grasa y colesterol.
- aumenta la calidad del huevo, reduce el colesterol, aumenta el tamaño del huevo y mayor cantidad de caroteno.
- Los antioxidantes aumentan la vida útil de los alimentos fermentados.

**En los Desechos Orgánicos Sólidos y su Manejo:** Favorece la conversión aeróbica de componentes orgánicos y previene la degradación de sustancias orgánicas por oxidación, que emiten gases aromáticos (azufre, amoníaco, mercaptano).

- Esto evita que insectos dañinos como las moscas no encuentren un ambiente adecuado para reproducirse.

- Incrementar la eficiencia de los fertilizantes orgánicos. Durante la fermentación se liberan, sintetizan e incorporan al suelo a través de fertilizantes orgánicos compuestos como vitaminas aminoácidos y enzimas, productos bioquímicos, minerales y hormonas hidrosolubles, mejorando sus propiedades bacteriológicas y físicas, químicas.
- El proceso de compostaje se reduce a 1/3 respecto al proceso anterior.
- En el núcleo del compost se producen altas temperaturas de hasta 70°C que eliminan los microorganismos patógenos presentes en el material del compost. La mayoría de estos microorganismos mueren a 40-50°C.

**En las Aguas Servidas tratamientos:** Convierte analiza compuestos orgánicos.

- Los valores de DBO y DQO disminuye.
- Aumenta el valor del oxígeno disuelto.
- Disminuye la generación de residuos en los sistemas de restauración existentes.

**En las Aguas para Consumo Humano Tratamiento:** Inhibe la producción de células cancerígenos como el trihalometano.

- Depura microorganismos negativos.
- Mejora el estado del OD.
- Influye en las propiedades beneficiosas a través de los antioxidantes.

### **2.2.2.3. BENEFICIOS PARA EL AMBIENTE DE LOS EM**

Los Microorganismos Eficientes (EM), son capaces de restablecer el equilibrio microbiológico del suelo y del agua Mejorar las propiedades físicas y químicas, preservar y aumentar la productividad, proteger los recursos naturales, crear una mejor

agricultura y controlar la calidad hídrica y por ende los ecosistemas puesto que:

- Se presenta como una tecnología verde y nueva.
- Es sustentable y eficiente.
- No requiere de energía externa.
- No genera gases ni residuos.

### **2.2.3. AGUAS RESIDUALES**

Según Osorio et al. (2011) son aguas que resultan del uso de fuentes de agua naturales o conectadas en red para un propósito específico. La eliminación de aguas residuales también se conoce como eliminación en vertederos. Las aguas residuales pueden contener patógenos y muchos otros contaminantes; Definir qué son las aguas residuales es difícil porque depende de la naturaleza de restos industriales, crecimiento urbano poblacional y sistemas de recolección utilizado.

Las aguas residuales según Noyola et al. (2013) Se trata de agua de diversas composiciones suministrada desde la ciudad, doméstica, industrial, comercial, de servicios, agrícola, ganadera y procesamientos de aguas contaminadas, de camal y todos los demás, de cualquier proceso, así como la combinación de ellas. Las aguas residuales de camal son resultados de diversos procesos dentro del mismo, Se utiliza en el proceso de saneamiento y drenajes urbanos. Su composición contiene varias sustancias nocivas. Estas aguas residuales suelen mezclarse con aguas superficiales o de lluvia si la red incluye aguas subterráneas o acuíferos.

#### **2.2.3.1. PARÁMETROS DE LAS AGUAS RESIDUALES**

Los parámetros de las aguas contaminadas se dividen en 3 grupos: bacteriológicos, físicos y químicos dentro de cada grupo podemos encontrar:

- a. **pH:** El pH es la acumulación donde unidades de iones de hidrógeno debido a los cambios en la alcalinidad, En

otras palabras, el número total de iones reacciona para neutralizar los iones de hidrógeno y el pH óptimo cuando se agrega ácido al agua está entre 7 y 9, así mismo si hay valores ácidos, pueden provocar la muerte y afectar la solubilidad de muchos compuestos. (Freís, 2005)

- b. Temperatura:** La temperatura es uno de los condicionantes más importantes que influyen en las especies y, por tanto, afectan el metabolismo de los organismos, Por tanto, afecta la aceleración de deterioro de la materia orgánica, de igual manera que afecta masa orgánica y su cantidad. Además, la influencia de la temperatura en las reacciones bioquímicas es una característica que afecta la estructura y función de las microalgas. (Ruiz, y Ferrero, 2015)
- c. Oxígeno:** Al igual que otros gases disueltos, el oxígeno (O<sub>2</sub>) es un gas altamente bioactivo y participa en muchas reacciones químicas en el agua. Los seres heterótrofos usan el oxígeno para atender los procesos metabólicos de producción y reproducción de energía. Las principales causas en el agua por oxígeno son la respiración y la fotosíntesis. De igual manera, las enfermedades son causadas por el consumo y descomposición (oxidación) de la materia orgánica, el movimiento a la atmósfera, la respiración de los organismos acuáticos y la oxidación de iones metálicos (hierro y magnesio). La disolución del oxígeno en agua se ve afectada por dos factores: temperatura y presión. Así, cuando crece la temperatura y reduce la presión, disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua resultante. (Tundisi y Matsumura, 2008)
- d. Conductividad:** La conductividad de una muestra de agua es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta

capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua. En el caso de salmueras de campos petroleros y efluentes de refinería, es simplemente un indicador de la salinidad del agua.(Ministerio de Energía y Minas, 2016)

- e. **Sólidos Totales Disueltos:** Los sólidos disueltos totales (TDS) es parte contable de la fracción sólida en un compuesto de agua que se presenta en un tamaño de poro de 2,0  $\mu\text{m}$  (o menor) en únicas condiciones. La medida también es un indicador (por ejemplo, conductividad) de las emisiones de la industria petrolera en la salinidad.(Ministerio de Energía y Minas, 2016)
- f. **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** La demanda biológica de oxígeno (DBO) es la presencia del oxígeno que utilizan las bacterias a las cuales descomponen la masa orgánica en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  en condiciones aeróbicas. Esta prueba mide el nivel de carga orgánica en el agua, especialmente materia orgánica.(Ministerio de Energía y Minas, 2016)
- g. **Demanda Química de Oxígeno:** La demanda química de oxígeno (DQO) es una unidad que iguala al oxígeno de la concentración orgánica en una solución representativa que puede ser oxidado por un agente oxidante fuerte. La DBO se diferencia de la prueba bioquímica de salud (DBO) en que mide presencia de masa orgánica, que puede oxidarse biológicamente. Dado que las aguas residuales contienen contaminantes orgánicos no biodegradables, es importante obtener mediciones de DQO de estos desechos.(Ministerio de Energía y Minas, 2016)
- h. **Oxígeno Disuelto:** Este parámetro mide la presencia de oxígeno en el agua. Mantiene los niveles indicados de

oxígeno disuelto presentes en el agua es significativo para la salud de los peces y otras especies acuáticas. La temperatura, la materia orgánica disuelta, los óxidos orgánicos, etc. afectan a sus niveles. La concentración baja de OD es una indicación de altos niveles de materia orgánica en el agua causados por las aguas residuales.(Ministerio de Energía y Minas, 2016)

- i. **Coliformes Totales:** Las bacterias de los coliformes están vinculadas con las heces humanas y animales. Todos los recuentos de coliformes miden cuánta agua está contaminada por aguas residuales.(Ministerio de Energía y Minas, 2016)

#### 2.2.3.2. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES

- a. **Aguas domésticas:** Se realiza en la desinfección al ingerir alimentos (verduras, legumbres, etc.). Además, existen muchos materiales orgánicos e inorgánicos que los humanos utilizan para realizar la higiene personal, como bañarse, cepillarse los dientes y limpiar los pisos, etc. Estas aguas contaminadas se les llama aguas grises urbanas porque se concentran en el uso diario de cada casa y suman miles o millones (Quispe et al., 2020).
- b. **Aguas residuales industriales:** Proviene de empleos rentables en la ciudad y fuera de la ciudad. En el caso del Perú hay mucha minería, en zonas donde la minería no se maneja adecuadamente o no sigue las leyes establecidas, como es la minería ilegal.
- c. **Aguas generadas de vertederos urbanos públicos:** El país y las provincias se identifican por la concentración de restaurantes en ciudades. Se tiran restos de comida, aceites, etc. La mayoría de ellos incumplen la calidad ambiental sanitaria, lo que dificulta su gestión.

- d. **Agua de camal o matadero:** Son aquellas aguas que tienen alto contenido de drenaje de sangre, partículas de huesos, lavado de corrales, tripas, pajas y restos de animales, restos orgánicos directos a eutrofizar las aguas.

#### 2.2.3.3. MÉTODOS DE TRATAMIENTOS DE LAS AGUAS RESIDUALES

- ✓ **Tratamiento preliminar:** La función es retener cuerpos densos y livianos mejor que el agua y la arena para trabajos posteriores. Es habitual utilizar canales con rejillas gruesas y finas, desarenadores y, en casos especiales, tamices. Estos dispositivos, a veces pasados por alto en el diseño de la depuradora, son necesarios para evitar problemas provocados por arena, tierra, plástico, etc. que entran en el proceso de tratamiento (Ramalho, 2021).
- ✓ **Tratamiento primario:** Se consideran dispositivos de tratamiento primario los sistemas capaces de eliminar sólidos en suspensión, excluyendo los sólidos o los sólidos disueltos del agua. Por tanto, el pretratamiento puede eliminar entre el 60 y el 70% del total de sólidos en suspensión, hasta el 30% de la DBO (demanda biológica de oxígeno) de los sedimentos en las aguas residuales. En las zonas rurales es común las fosas sépticas y sus usos como dispositivo de primera tratamiento para el tratamiento final por infiltración (Ramalho, 2021).
- ✓ **Tratamiento secundario:** El segundo tratamiento tiene como finalidad la integración de procesos biológicos capaces de producir reacciones biológicas creadas por microorganismos, con los que se logran buenos resultados para eliminar entre el 50% y el 95% de la DBO. Los sistemas más usados son:

- Biofiltros biofiltración, filtros para líquidos, filtros de algodón o biodiscos.
  - Lodos activados, con aeración extendida y los tradicionales.
  - Lagunas aireadas y facultativas que generan la estabilización.
- ✓ **Tratamiento terciario:** Se usa en situaciones donde se busca dar un resultado final a cierto tipo de agua residual dependiendo de su disposición.

#### **2.2.3.4. PROBLEMAS DE LAS DESCARGAS RESIDUALES DE CAMAL SOBRE EL AMBIENTE**

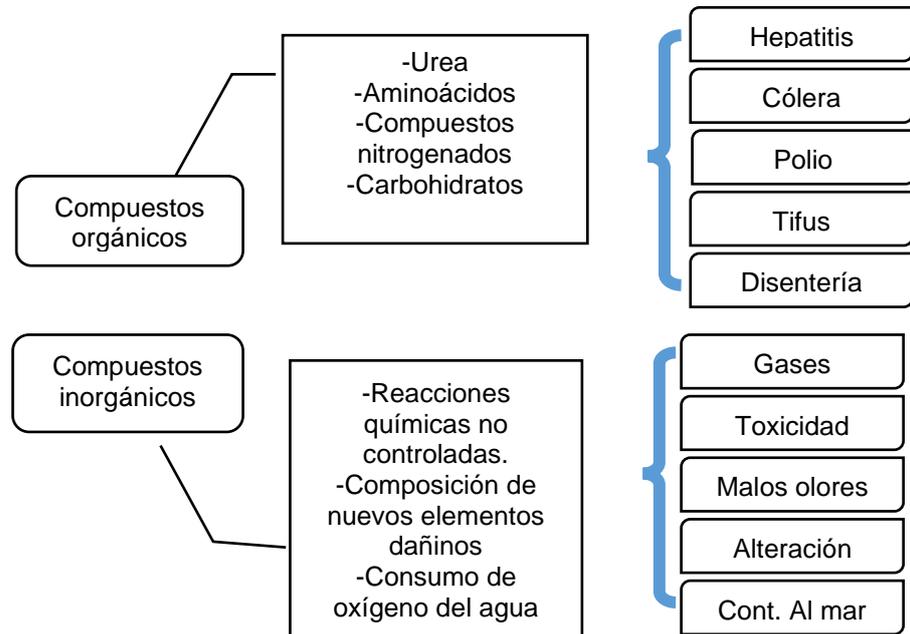
El agua es parte de la naturaleza, el elemento más importante del ecosistema natural, insustituible e importante para las plantas y los animales las cuales son alteradas por las altas cargas orgánicas vertidas son control alguno asociándose a las aguas controladas y posteriormente siendo usadas más adelante.

#### **2.2.3.5. PROBLEMAS A LA SALUD DE LAS AGUAS RESIDUALES DE CAMAL**

En cuanto a los compuestos orgánicos de las aguas de un camal existen diversas enfermedades provocadas por este tipo de agua, Esto se debe a que muchos patógenos crecen en las descargas residuales y en los lugares de mataderos, y muchos tipos de bacterias encuentran buenos caldos de cultivo. Se dividen en dos clases: organismos aeróbicos, que necesitan aire para sobrevivir, y organismos anaeróbicos, que no necesitan oxígeno (Quispe et al., 2020). Las bacterias son perjudiciales para la salud humana y causan enfermedades graves.

**Figura 2**

*Daños que generan los compuestos orgánicos e inorgánicos de las aguas residuales*



Nota. Algunos de estos compuestos también generan acidez en el agua (Quispe et al., 2020).

### **2.2.3.6. ENTIDADES Y MARCO NORMATIVO DE LAS AGUAS RESIDUALES**

Actualmente, como se mencionó en el apartado anterior, existen muchas leyes que se establecen para controlar los problemas ambientales derivados de las aguas residuales. Donde se muestra una lista de las diversas leyes que se aplican a las aguas contaminadas.

- ✓ Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS); organismo del estado que inició por el Decreto Ley N° 25965, adscrito al Consejo de ministros. cuyas principales atribuciones son:
  - De fiscalización y sanción.
  - De solución de controversias y reclamo
  - De regulación.
  - De supervisión.
- ✓ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: encargado rectoral nacional de los asuntos relacionados

con el sector sanitario. Formula, dirige, gestiona, prepara, implementa y monitorea las políticas nacionales para el sector.

- ✓ Autoridad Nacional del Agua (ANA): Da la autorización sobre las descargas de aguas contaminadas depuradas según el mejor asesoramiento técnico de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de las autoridades ambientales, las cuales son asociativas. controla la aplicación de los ECA de los cuerpos de aguas y permitir la reutilización de aguas contaminadas.
- ✓ Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA): El OEFA evalúa, fiscaliza y gestión vinculada con el procesamiento de aguas contaminadas de procesos económicas en las zonas de mediana y gran explotación minera, derivados del petróleo en general, procesamiento industrial de pescado, energía eléctrica, agricultura a gran escala, generación de bebidas alcohólicas y papel, etc., cemento y curtido en la construcción.
- ✓ Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. - Límite máximo permisible (MPL) para aguas con contenido residual generadas en el proceso de tratamiento de aguas de procesos urbanos o municipales (PTAR).

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Parámetro de calidad:** “Son componentes, a lo cual los elementos químicos, indicadores y sus características físicas, químicas y biológicas son útiles para determinar la calidad del agua” (Autoridad Nacional del Agua & Ministerios de Agricultura y Riego, 2016).

**Agua:** “Es el fluido esencial de la vida, tiene varias propiedades; "compuesto que permanece en sus tres estados de agregación. A medida que se transforma al estado sólido, su densidad disminuye (Flota). Es

químicamente puro, no conduce electricidad y hierve a 100°C a presión normal (Quispe et al., 2020, p. 22).

**Aguas depuradas:** “Aguas residuales que han pasado por un proceso y tratamiento donde se regular su calidad según la normativa vigente en materia de aguas residuales” (Osorio et al., 2011, p. 7).

**Aguas regeneradas:** “Aguas que anteriormente han sido tratadas, particularmente tratadas con un proceso complementario o adicional que permita ajustar su calidad en función de la finalidad de uso. En este real decreto, el uso de agua regenerada es igual a la reutilización de agua” (Osorio et al., 2011, p. 7).

**Camal:** “Instalación industrial donde se sacrifican y procesan animales de uso público”.

**Efluente:** “Líquido antropogénico o aguas residuales que pueden descargarse en sistemas de suministro de agua o reutilizarse” (Autoridad Nacional del Agua & Ministerios de Agricultura y Riego, 2016).

**Protocolo de monitoreo:** “Un documento de orientación siendo guía con base a directrices y procedimientos para el seguimiento. Describe un modelo normalizado para disminuir los errores de medición, transporte y análisis” (Autoridad Nacional del Agua & Ministerios de Agricultura y Riego, 2016).

**Línea base:** “Una línea base de calidad del agua que puede usarse como punto de comparación para primar acciones y comparar con diagnósticos de resultados futuros” (Autoridad Nacional del Agua & Ministerios de Agricultura y Riego, 2016).

**Reutilización:** “previo a devolverla al área hidráulica general, marítima y terrestre y a los elementos de aguas residuales y drenaje, para nuevo uso privado aquellas aguas que hayan sido sometidas a un proceso de depuración establecido en unos años. emisiones correspondientes y las necesarias para alcanzar la calidad requerida según los objetivos de su utilización” (Osorio et al., 2011, p. 7).

**Punto de monitoreo:** “Un lugar o ubicación geográfica en un área determinada de un cuerpo de agua donde se prueban parámetros para determinar la calidad del agua” (Autoridad Nacional del Agua & Ministerios de Agricultura y Riego, 2016).

**Calidad:** “La calidad una propiedad o cualidad inherente a algo que permite juzgar su valor y condición con respecto a sus características presentes según sus intereses. También la capacidad que tienen para satisfacer necesidades implícitas o explícitas según un parámetro”.

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

**H1:** El filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes reduce la carga orgánica del agua residual proveniente del camal municipal, Amarilis, Huánuco.

**H0:** El filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes no reduce la carga orgánica del agua residual proveniente del camal municipal, Amarilis, Huánuco.

### 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

**H1(a):** Los parámetros fisicoquímicos, cambian significativamente después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes.

**H0(a):** Los parámetros fisicoquímicos, no cambian significativamente después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes.

**H1(b):** Los parámetros bacteriológicos, cambian significativamente después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes.

**H0(b):** Los parámetros bacteriológicos, no cambian significativamente después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes.

**H1(c):** Los parámetros fisicoquímicos, cambian significativamente después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente sin microorganismos eficientes.

**H0(c):** Los parámetros fisicoquímicos, no cambian significativamente después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente sin microorganismos eficientes.

**H0(d):** Los parámetros bacteriológicos, cambian significativamente después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente sin microorganismos eficientes.

**H0(d):** Los parámetros bacteriológicos, no cambian significativamente después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente sin microorganismos eficientes.

## **2.5. SISTEMA DE VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Carga orgánica del agua residual de camal.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: “Reducción de la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes, Amarilis, Huánuco – 2023”

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Método	Tipo de variable
<b>V. DEPENDIENTE:</b>  Carga orgánica del agua residual del camal	Aquellas aguas que proceden del empleo de un agua natural o de la red en un uso determinado, estos pueden ser domésticos, industriales y municipales, estas aguas deben ser tratadas antes de ser vertidas a cualquier cuerpo receptor natural (Osorio et al., 2011)	Se experimento en la en la remoción de carga orgánica del agua residual que se vierten en el camal municipal, los cuales no reciben un previo tratamiento. Y estos serán comparados estándares de calidad ambiental para agua.	Fisicoquímicos	Color (UCV)	Análisis de laboratorio (espectrofotómetro y gravimetría)	Numérica continua
				Conductividad eléctrica umho/cm		
				Solidos totales disueltos		
				pH (1:1)		
			Bacteriológicas	Turbiedad (UNT)		
				Coliformes fecales (NMP*/100 mL)		
	Coliformes Totales (NMP*/100 mL)					
	E. Coli (NMP/100 ml)					
<b>V. INDEPENDIENTE:</b>  Filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes	Sistema en el que se aplica el agua residual sedimentada sobre un medio filtrante de piedra gruesa o material sintético. La película de microorganismos que se desarrolla sobre un medio filtrante estabiliza la materia orgánica (Sanfiel, 2022).	Se realizo el experimento en dos filtros una en la se reforzo el FAFA con microorganismos eficientes y otra en la que se evaluara de forma normal, ambos para reducir la carga orgánica del agua residual del camal.	FAFA + EM	Tiempo	Días calendarios	Numérica continua
				Eficiencia		
			FAFA	Tiempo		
				Eficiencia		

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es aplicada, ya que se buscó la resolución de un problema, basado en información y deducciones como base para la observación e implementación (Martínez, 2012), es decir con la incorporación de microorganismos eficientes a tiempo corto con respuestas soluciones a gran escala.

##### **3.1.1. ENFOQUE**

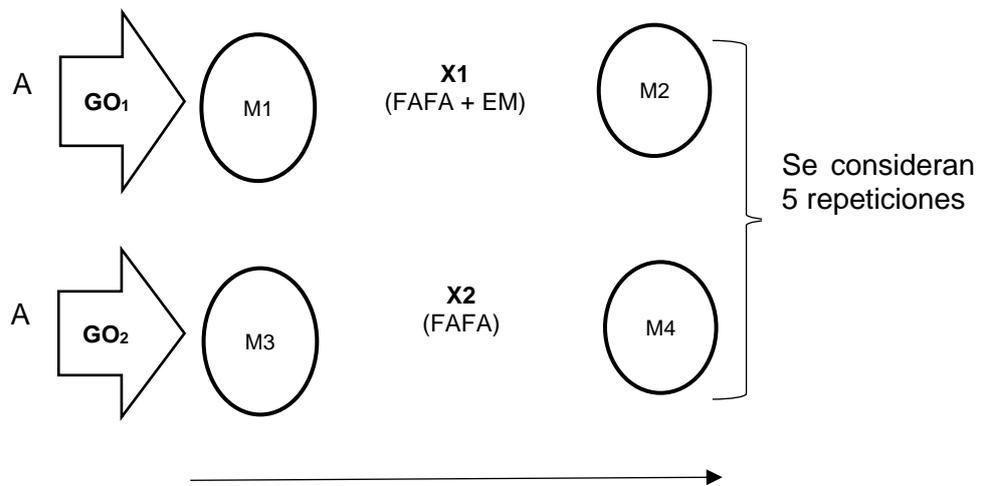
La investigación contó con un enfoque cuantitativo, pues se obtuvieron datos numéricos producto de mediciones de la carga orgánica del agua por la dosificación con microorganismos eficientes, con lo que se pretende de manera intencional, acotar la información, brindando es repetible y se centra en aspectos específicos dentro de un evento y permite comparaciones entre grupos operacionales (Hernández & Mendoza, 2018).

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

La investigación contó con un nivel explicativo, ya que, en toda la parte experimental, se evaluó causa y efecto, es decir los sucesos de una variable sobre otra (independiente sobre dependiente), explicar lo que sucede al dosificar con microorganismos eficientes sobre la carga orgánica del agua (Hernández & Mendoza, 2018).

##### **3.1.3. DISEÑO**

La investigación contó con un diseño experimental, porque se pasó por un proceso de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes y sin ellos, de manera intencional, estudiándose en la misma línea del tiempo. Se aplicaron al agua residual del camal, que se dispusieron con 5 post repeticiones. Para lo cual se propone la siguiente ecuación:



**Donde:**

**A:** grupos al azar

**GO1:** grupo operacional 1

**GO2:** grupo operacional 2

**X1:** filtro FAFA con microorganismos eficientes.

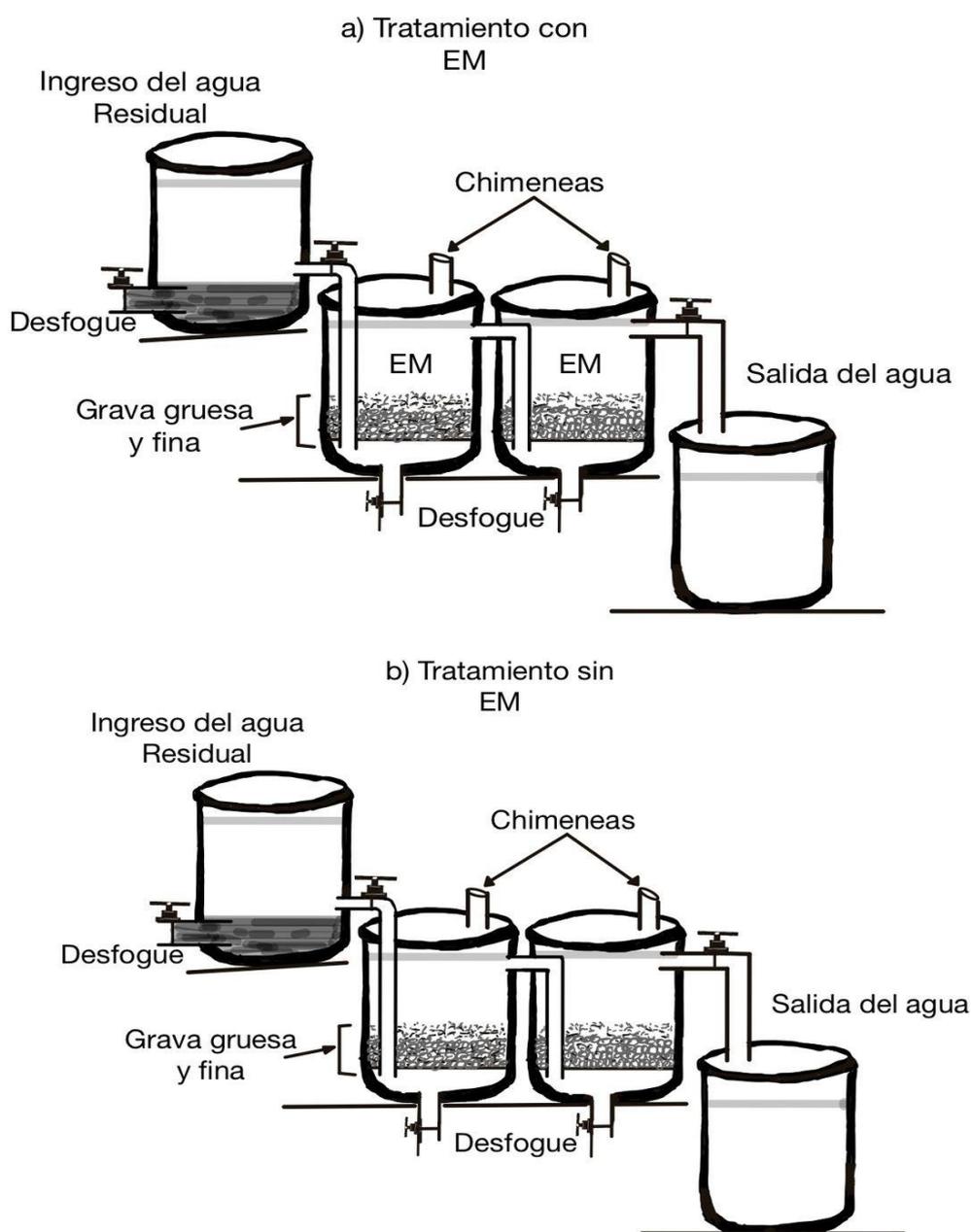
**X2:** filtro anaerobio de flujo ascendente.

**M:** número de observaciones.

A continuación, se muestra el diseño experimental del filtro anaerobio de flujo ascendente con (EM), y el filtro anaerobio de flujo ascendente sin (EM) y el proceso en cada etapa respectivamente.

### Figura 3

#### Flujograma experimental



Nota. Se activaron los microorganismos eficientes en un periodo de 7 días calendarios considerando los factores climáticos. El tiempo para cada grupo experimental será el mismo, en la figura (a) en la cual las aguas residuales con carga orgánica tendrá un periodo de 12 horas en el tanque inicial, para la sedimentación de sólidos y posteriormente 6 días en los tanques de degradación con (EM); de la misma manera a la figura (b) donde se evaluará en un mismo periodo de tiempo pero sin la presencia de (EM); posterior a ello se hará un análisis final para verificar el efecto de ambos procesos y se comparará ambos resultados.

## •PROCEDIMIENTO

- a. **Construcción de filtro FAFA.** Para la construcción de filtro FAFA, se emplearon 5 tanques de plástico resistente con capacidad de 80 litros, así mismos tubos de agua de 1 pulgada de espesor, 6 codos de una pulgada, 6 reductores de 1 pulgada de PVC, 3 llaves de paso también se construyó soportes de graba de 30 cm de radio con malla galvanizada de 10 cm de altura. Con estos materiales se dio inicio al armado del filtro procediendo a cortar los tubos a medidas exactas para su posterior unión, también se realizaron las perforaciones en los tanques para el paso de las llaves y tuberías, con estos avances se procedió a ensamble de todas las partes y el sellado correspondiente para evitar las filtraciones del agua residual. A cada tanque se le instaló un sistema de ventilación o chimenea, y tuberías interiores para la conducción del agua hasta la parta inferior de los tanques, así mismo se les incorporo los soportes de graba y se procedió al llenado de graba de diámetro 1 a 2 cm. Ya terminado la instalación de los filtros FAFA, al tanque 1 se procedió la instalación del material que actuara como biopelícula donde se depositaran las bacterias EM, así se finalizó la construcción de los filtros de FAFA con la incorporación necesarias para la ejecución del proyecto.
- b. **Activación de EM.** Para la activación del EM se usó 50 ml de melaza de caña y 50 ml de EM – (Microorganismos eficientes), diluido 900 ml de agua sin cloro formando una solución de 1 litro de EM todo esto en un recipiente de capacidad de 20 litros el recipiente se mantuvo sellado durante 7 días, tiempo indicado por el fabricante para el proceso de activación.
- c. **Toma de muestra de agua.** Se ejecutó la toma de muestra siguiendo el protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos de la Autoridad Nacional del Agua N° 010-2016-ANA. Para lo cual se procedió ir al lugar donde el camal municipal vierte sus aguas contaminadas al rio Huallaga, con

materiales listo para su ejecución, se contó con los equipos de protección EPP como guantes, mascarilla y botas, guardapolvo. En el lugar se realizó el reconocimiento del lugar y los datos de campo y su registro posteriormente se desarrolló la toma de muestra en el mismo punto de caída llenando las botellas de capacidad 1litro previo a un enjuague de 2 veces para los parámetro físicos químicos a excepción del microbiológico, y la toma de los parámetros tomados en el lugar y registrando la cadena de custodia, luego se procedió a rotular las muestras ya selladas previamente y depositadas en el cooler listas para su transporte al laboratorio.

- d. Dosificación.** Considerando que el agua a tratar es agua residual de camal se procedió a dosificar con EM activado considerando que cada litro de em activado sirve para 1000 litros de agua a tratar considerando a (Teruo Higa, 2009). para la cantidad del proyecto usado fueron 60 litros de agua de camal por lo cual se dosifico con 60 ml (0.06L) de EM activado.
- e. |Observación.** Se realizo la observación durante 7 días y posterior a ellos se realizó un análisis de los resultados de ambos tanques y estos resultados se compararon con los análisis iniciales constatando los cambios en los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos entre los análisis iniciales y finales.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

Se consideró como población de este estudio al volumen de agua que son vertidas por parte de los procesos del camal municipal, Amarilis, Huánuco. Es necesario mencionar que el vertido del agua residual del camal no es constante.

### **3.2.2. MUESTRA**

Se consideró como muestra a los 120 litros de agua que se vierten del camal, la cual se dividirá en 2 grupos experimentales de 60 litro cada

uno tal como se indica en el diseño y el flujograma experimental; ambos en las mismas condiciones iniciales. La muestra será de tipo no probabilístico

✓ **Criterios de inclusión**

Agua sin residuos grandes

Agua únicamente del proceso de camal

Agua con carga orgánica

✓ **Criterios de exclusión**

Agua con residuos

Agua de servicios del personal

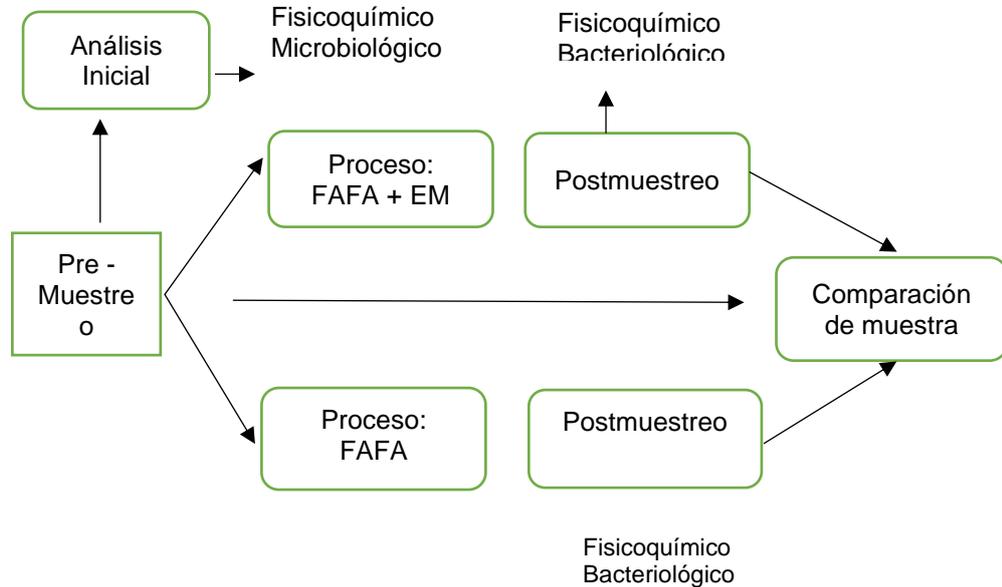
### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los datos fueron recolectados tomando las directrices del Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales, considerando además muestras simples por conveniencia, del efluente del camal municipal.

**Figura 4**

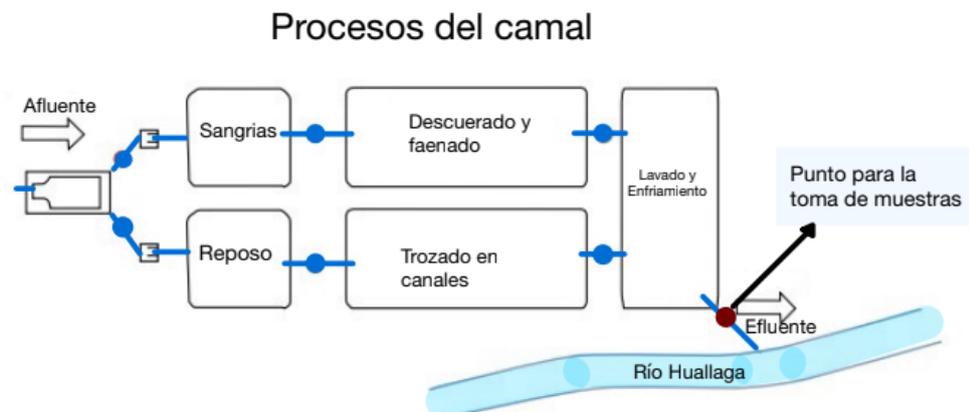
*Flujograma del experimento aplicación de microorganismos*



- ✓ **Análisis Pre-Muestreo:** Se realizó los análisis iniciales antes de la intervención de los microorganismos, posteriormente se llevó a un laboratorio para caracterizar.
- ✓ **Procesos:** Se realizó dos tipos de procesos filtro anaerobio de flujo ascendente con (EM), y filtro anaerobio de flujo ascendente sin (EM) en un mismo periodo de tiempo. Es decir, se trabajó en 2 grupos operacionales como se menciona en el diseño.
- ✓ **Post muestreo:** Después de la intervención del FAFA con y sin (EM) se realizó un análisis final y su posterior evaluación.
- ✓ **Comparación de muestra:** Se comparó los datos obtenidos de análisis de laboratorio de cada grupo operacional para corroborar cuál de los 2 tuvo mayor o mejor efecto en remoción de la carga orgánica de las aguas residuales.

**Figura 5**

*Proceso del camal municipal (Afluente y efluente)*



Nota. En la figura se identifica el punto donde se tomó las muestras de agua.

### 3.3.2. TÉCNICA

Para el tipo de muestreo que se desarrolló para la recolección de aguas contaminada fueron:

- ✓ **Muestra puntual.** Se tomó una muestra de agua de un punto y lugar específico para un análisis único, que refleja la composición y características inicial del cuerpo de agua, el lugar, tiempo y condiciones especiales al momento de su obtención.

### 3.3.3. INSTRUMENTO

Los instrumentos que se utilizaron son:

- ✓ Envases de plástico y vidrio.
- ✓ Gps.
- ✓ Tira de pH.
- ✓ Termómetro.
- ✓ Etiquetas de rotulado.
- ✓ Cadena de custodia.
- ✓ Registro de campo.
- ✓ Cooler mediano.
- ✓ Balde de plástico capacidad de 20 litros.
- ✓ Cámara fotográfica.

#### **3.3.4. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

La información presentó tablas descriptivas de los datos cuantitativos, así mismo de figuras, todo basado en la descripción científica del procesamiento de los datos, además se realizó tablas comparativas.

#### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

El procesamiento de datos y estudio fue con el uso de la estadística inferencial, y los datos cuantitativos que se obtuvieron se procesó con el uso del software estadístico SPSS V 29, verificando pruebas paramétricas y no paramétricas, para así poder contrastar las hipótesis.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

**Tabla 1**

*Análisis inicial del agua de camal*

N°	Ensayo de análisis fisicoquímico					Análisis bacteriológicos		
	Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	pH	Coli.T. NMP/100 ml	Coliformes Fecales NMP/100 ml	E.coli NMP/100 ml
1	1394	697	75	500	8.6	4600	2597	1698
2	1389	691	78	492	8.3	4596	2600	1700

*Nota.* Los datos muestran para el análisis fisicoquímico; alta cantidad de contaminantes reflejados en la turbiedad, color y un pH alcalino, además alto contenido bacteriológico, por lo que el agua del camal se considera un peligro para el ecosistema.

**Tabla 2**

*Análisis post experimento usando EM*

N°	Ensayo de análisis fisicoquímico					Análisis bacteriológicos		
	Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	pH	Coli.T. NMP/100 ml	Coliformes Fecales NMP/100 ml	E.coli NMP/100 ml
1	294	147	15	5	7.4	910	710	440
2	296	146	10	5	7.7	906	714	434
3	291	143	17	4	7.6	913	712	438
4	288	152	18	7	6.8	911	706	443
5	297	147	14	6	7.3	904	708	447

*Nota.* La evaluación se realizó con 5 repeticiones en el experimento, dosificando EM en el filtro FAFA, en la que se observa una reducción considerable tanto en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. El pH tiene un nivel más estable (Neutro).

**Tabla 3**

*Análisis post experimento en ausencia de EM*

N°	Ensayo de análisis fisicoquímico					Análisis bacteriológicos		
	Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	pH	Coli.T. NMP/100 ml	Coliformes Fecales NMP/100 ml	E.coli NMP/100 ml
1	416	208	25	16	7.8	1700	1100	710
2	420	206	25	20	8.2	1695	1107	715
3	418	213	28	18	8	1699	1102	717
4	415	211	29	23	7.8	1706	1100	706
5	422	205	20	19	7.7	1697	1106	713

*Nota.* La evaluación se realizó con 5 repeticiones en el experimento, sin considerar la dosificación con Microorganismos eficientes en el filtro FAFA, en la que se observa una

reducción considerable tanto en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. El pH tiene un nivel más estable (Neutro).

**Tabla 4**

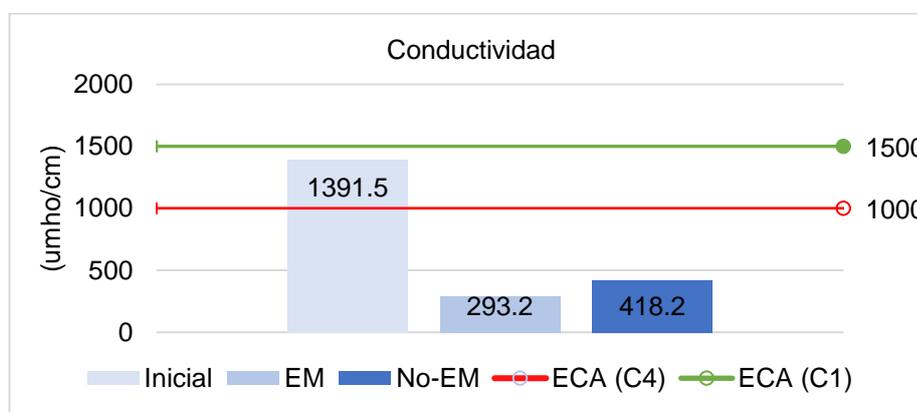
*Procesamiento de los datos del ensayo fisicoquímico*

Indicador	Medida	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límites	
				Inferior	Superior
Conductividad	Inicial	1391.5	0.0	1391.5	1391.5
	EM	293.2	1.7	288.6	297.8
	No-EM	418.2	1.3	414.6	421.8
Sólidos Totales	Inicial	694.0	0.0	694.0	694.0
	EM	147.0	1.4	143.0	151.0
	No-EM	208.6	1.5	204.4	212.8
Turbiedad	Inicial	76.5	0.0	76.5	76.5
	EM	14.8	1.4	10.9	18.7
	No-EM	25.4	1.6	21.0	29.8
Color	Inicial	496.0	0.0	496.0	496.0
	EM	5.4	0.5	4.0	6.8
	No-EM	19.2	1.2	16.0	22.4
pH	Inicial	8.5	0.0	8.5	8.5
	EM	7.4	0.2	6.9	7.8
	No-EM	7.9	0.1	7.7	8.1

*Nota.* Para los parámetros se considera la media en la que la conductividad tuvo inicialmente 1391.5 en el FAFA con EM resultó 293.2 y en el FAFA sin EM resultó 418.2. Para Sólidos Totales se tuvo inicialmente de 694.0, en el FAFA con EM resultó 147.0 y en el FAFA sin EM resultó 208.6. Para la Turbiedad se tuvo 76.5 inicial, en el FAFA con EM resultó 14.8 y en el FAFA sin EM resultó 25.4. Para el Color se tuvo inicialmente 496.0, en el FAFA con EM resultó 5.4 y en el FAFA sin EM resultó 19.2. finalmente, el pH tuvo inicial 8.5, en el FAFA con EM resultó 7.4 y en el FAFA sin EM resultó 7.9. En la que estadísticamente usando EM tuvo mejor resultado.

**Figura 6**

*Cambios de la conductividad*

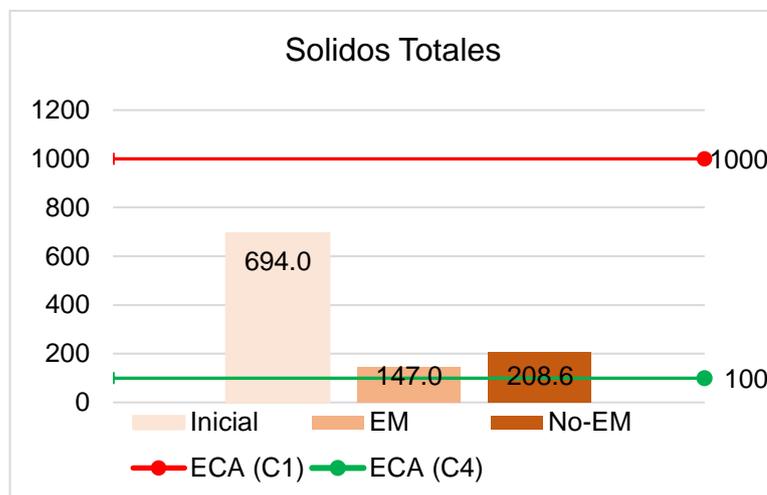


*Nota.* La conductividad inicial fue de 1391.5 umho/cm en el FAFA con EM resultó 293.2 umho/cm con una diferencia de 1098.3 umho/cm y en el FAFA sin EM resultó 418.2 umho/cm

con una diferencia de 973.3 umho/cm. Lo que menciona ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica 1000 umho/cm y ECA-agua categoría 1 sub categoría(A1) indica 1500 umho/cm. Referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

**Figura 7**

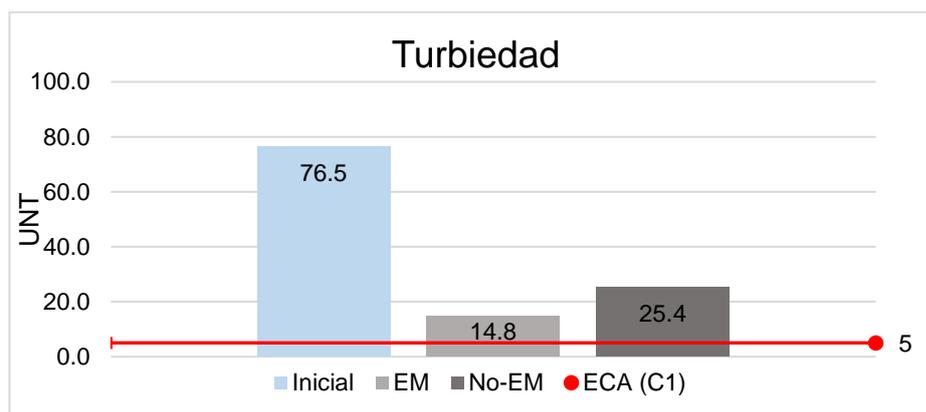
*Cambios de los sólidos totales*



Nota. Los Sólidos Totales se tuvo inicialmente de 694.0 mg/l, en el FAFA con EM resultó 147.0 mg/l con una diferencia de 547 mg/l y en el FAFA sin EM resultó 208.6 mg/l con una diferencia de 485,4 mg/l. Lo que menciona ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica 100 mg/l y ECA-agua categoría 1 sub categoría (A1) indica 1000 mg/l. Referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

**Figura 8**

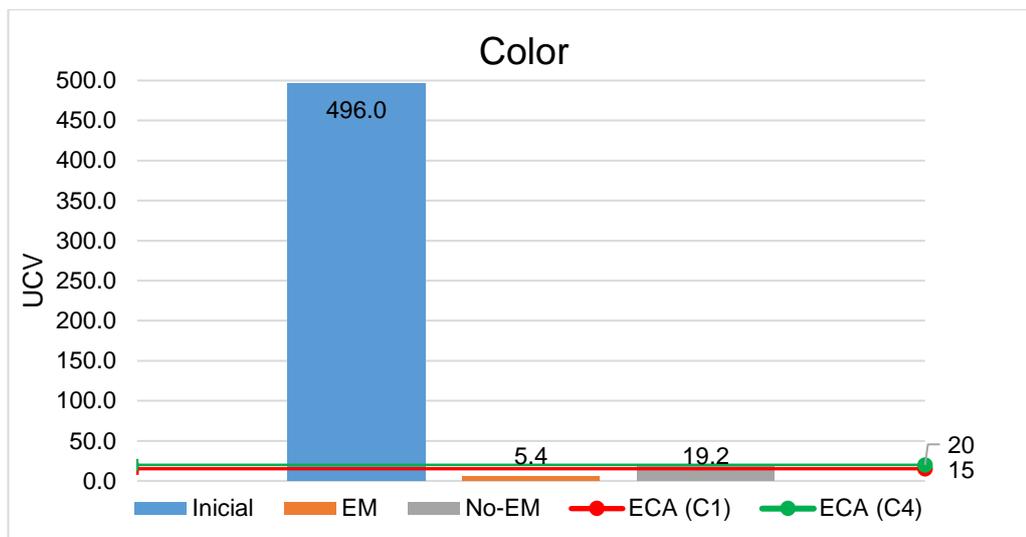
*Cambios en la turbiedad*



Nota. Inicialmente la Turbiedad tuvo 76.5 UNT, en el FAFA con EM resultó 14.8 UNT con una diferencia de 61,7 UNT y en el FAFA sin EM resultó 25.4 UNT con una diferencia de 51,1 UNT. Aunque se evidencia efecto en ambos tratamientos con reducciones favorables sin embargo aún se mantienen por encima de ECA. Lo que menciona ECA-agua 1 sub categoría (A1) indica 5 UNT Referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

**Figura 9**

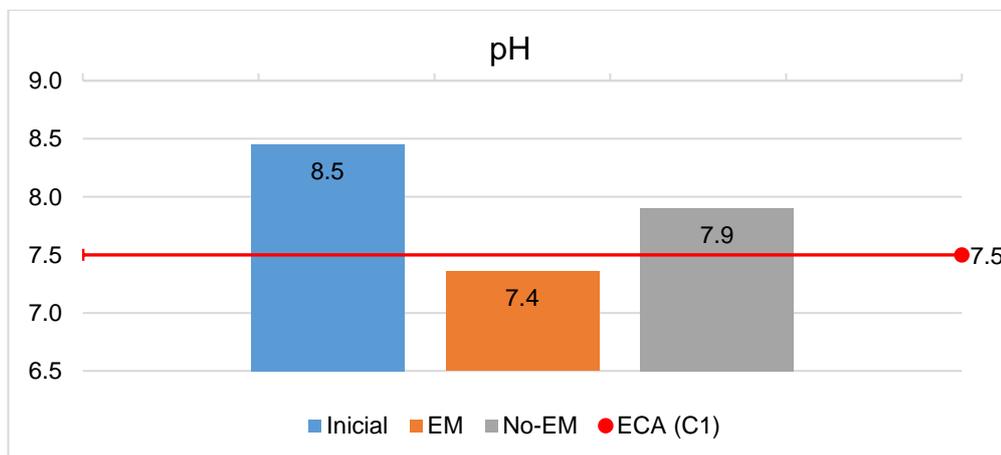
*Cambios del color*



Nota. Para el Color se tuvo inicialmente 496.0 UCV, en el FAFA con EM resultó 5.4 UCV con una diferencia de 490,6 UCV y en el FAFA sin EM resultó 19.2 UCV con una diferencia de 476,8 UCV. Evidenciando efectos favorables en ambos tratamientos, aunque en el caso del FAFA con EM un efecto por debajo del ECA que estable 15 UCV. Lo que menciona ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica 20 UCV y ECA-agua categoría 1 sub categoría (A1) indica 15 UCV. Referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

**Figura 10**

*Cambios en el pH*



Nota. Para el pH tuvo inicial 8.5, en el FAFA con EM resultó 7.4 con una diferencia de 1,09 y en el FAFA sin EM resultó 7.9. con una diferencia de 0,55, el tratamiento FAFA con EM se acerca más. Lo que menciona ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica 6,5 a 9,0 y ECA-agua categoría 1 sub categoría (A1) indica 6,5 – 8,5. lo que se establece como neutro el resultado con 7.5 para ambas categorías. Referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

**Tabla 5**

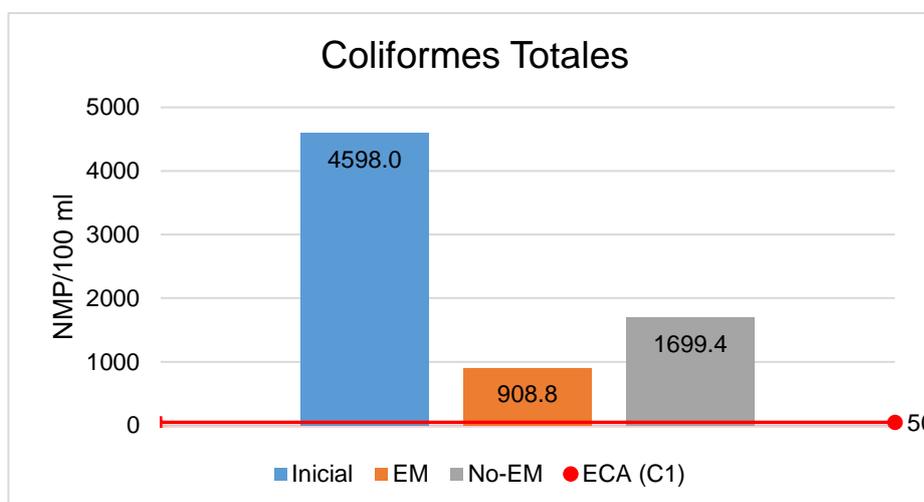
*Procesamiento de los datos del ensayo bacteriológicos*

Indicador	Medida	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Inferior	Superior
<b>Coli. T</b>	Inicial	<b>4598.0</b>	0.0	4598.0	4598.0
	EM	<b>908.8</b>	1.7	904.2	913.4
	No-EM	<b>1699.4</b>	1.9	1694.2	1704.6
<b>Coliformes Fecales</b>	Inicial	<b>2598.5</b>	0.0	2598.5	2598.0
	EM	<b>710.0</b>	1.4	706.1	713.9
	No-EM	<b>1103.0</b>	1.5	1098.9	1107.1
<b>E. Coli</b>	Inicial	<b>1699.0</b>	0.0	1699.0	1699.0
	EM	<b>440.4</b>	2.2	434.3	446.5
	No-EM	<b>712.2</b>	1.9	706.8	717.6

*Nota.* Para los parámetros se considera la media en la que la Coliformes Totales tuvo inicialmente 4598.0 en el FAFA con EM resultó 908.8 y en el FAFA sin EM resultó 1699.4. Para Coliformes Fecales se tuvo inicialmente 2598.5, en el FAFA con EM resultó 710.0 y en el FAFA sin EM resultó 1103.0. Para la Escherichia Coli se tuvo 1699.0 inicial, en el FAFA con EM resultó 440.4 y en el FAFA sin EM resultó 712.2. En la que estadísticamente usando EM tuvo mejor resultado.

**Figura 11**

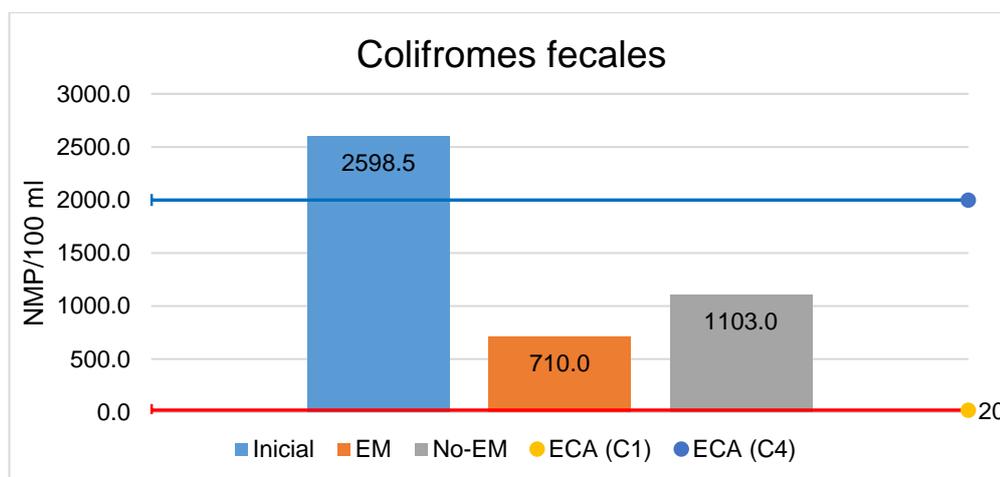
*Comportamiento de los coliformes totales*



*Nota.* Los Coliformes Totales inicialmente tuvo 4598.0 NMP/100 ml, en el FAFA con EM resultó 908.8 NMP/100 ml con una diferencia de 3689,2 NMP/100 ml y en el FAFA sin EM resultó 1699.4 NMP/100 ml con una diferencia de 2898,6 NMP/100 ml. En ambos experimentos se tuvo efectos favorables en reducir la cantidad de Coliformes, sin embargo, se mantienen sobre lo que estable el ECA con 50 NMP/100 ml. Lo que menciona ECA-agua categoría 1 subcategoría (A1) indica 50 NMP/100 ml. Valor Referenciado del Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

**Figura 12**

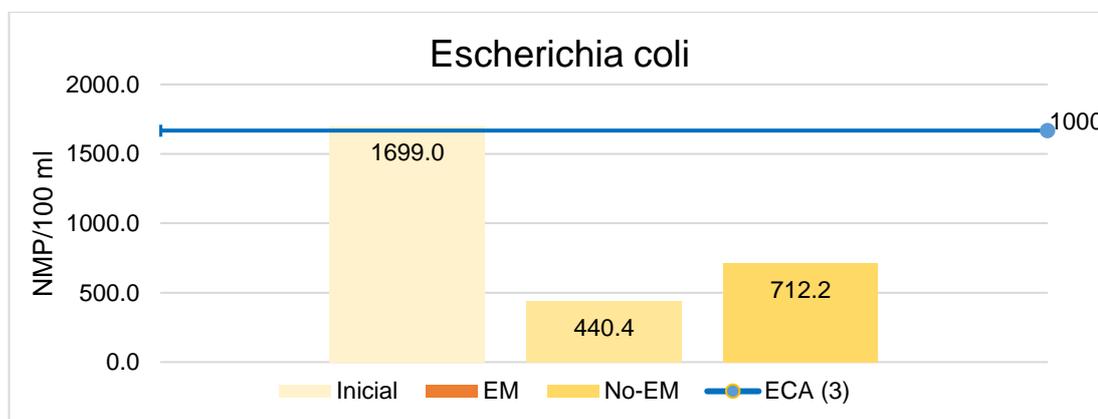
*Comportamiento de los coliformes fecales*



Nota. Para Coliformes Fecales se tuvo inicialmente 2598.5 NMP/100 ml, en el Fafa con EM resultó 710.0 NMP/100 ml con una diferencia de 1888,5 NMP/100 ml y en el Fafa sin EM resultó 1103.0 NMP/100 ml con una diferencia 1495,5 NMP/100 ml. Verificando el experimento ambos tratamientos tuvieron una reducción, sin embargo, lo que menciona ECA-agua categoría 1 subcategoría (A1) indica 20 NMP/100 ml y el ECA-agua categoría 4 subcategoría(E2) indica un valor de 2000 NMP/100 ml siendo referenciado del Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

**Figura 13**

*Comportamiento de la población de Escherichia Coli*



Nota. Escherichia Coli tuvo 1699.0 NMP/100 ml inicial, en el Fafa con EM resultó 440.4 NMP/100 ml con una diferencia de 1258,6 NMP/100 ml y en el Fafa sin EM resultó 712.2 NMP/100 ml con una diferencia de 986,8 NMP/100 ml. Sin embargo, ambos tratamientos experimentales mantienen el valor mayor al que establece ECA-agua categoría 1 subcategoría (A1) indica 0 NMP/100 ml y así mismo el ECA-agua categoría 3 subcategoría (D1) indica 1000 NMP/100 ml esto se encuentra referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

## 4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Antes de realizar la prueba de hipótesis es necesario comprobar la normalidad de los datos, para la elección de un estadístico paramétrico o no paramétrico, para ello se tiene la siguiente tabla:

**Tabla 6**

*Prueba de normalidad de los datos*

Indicadores	Prueba de normalidad			
	Grupo experimental	Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
Conductividad	Grupo EM	0,943	5	0,687
	Grupo sin EM	0,962	5	0,823
Solidos Totales	Grupo EM	0,922	5	0,543
	Grupo sin EM	0,942	5	0,677
Turbiedad	Grupo EM	0,941	5	0,670
	Grupo sin EM	0,914	5	0,492
Color	Grupo EM	0,961	5	0,814
	Grupo sin EM	0,984	5	0,955
pH	Grupo EM	0,914	5	0,492
	Grupo sin EM	0,905	5	0,440
Coliformes Totales	Grupo EM	0,943	5	0,687
	Grupo sin EM	0,933	5	0,617
Coliformes	Grupo EM	0,987	5	0,967
	Grupo sin EM	0,846	5	0,182
Echerichia coli	Grupo EM	0,998	5	0,998
	Grupo sin EM	0,970	5	0,875

*Nota.* De tabla de la prueba de normalidad, considerando la significancia bilateral (p-valor) que superan el 5% (0.05) en todos los indicadores evaluados, se consideró utilizar un procedimiento estadístico paramétrico, en este caso teniendo 2 grupos experimentales es “t de Student para muestras independientes”. \*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a. Corrección de significación de Lilliefors.

El presente estudio plantea la contrastación de la siguiente hipótesis:

**H1:** El filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes reduce la carga orgánica del agua residual proveniente del camal municipal, Amarilis, Huánuco.

**H0:** El filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes no reduce la carga orgánica del agua residual proveniente del camal municipal, Amarilis, Huánuco.

El nivel de significancia establecido fue el convencional (**5%**). Y el cálculo del p-valor por medio de la prueba estadística. La que permitió determinar las diferencias existentes en los resultados con los tratamientos.

**Tabla 7***Prueba t de muestras independientes*

Indicadores	Prueba de muestras independientes		
	prueba t para la igualdad de medias		
	t	gl	Sig. (bilateral)
<b>Conductividad</b>	59,727	8	0,000
	59,727	7,525	0,000
<b>Solidos Totales</b>	29,501	8	0,000
	29,501	7,989	0,000
<b>Turbiedad</b>	5,053	8	0,001
	5,053	7,890	0,001
<b>Color</b>	10,910	8	0,000
	10,910	5,496	0,000
<b>pH</b>	2,991	8	0,017
	2,991	6,353	0,023
<b>Coliformes Totales</b>	317,513	8	0,000
	317,513	7,894	0,000
<b>Coliformes</b>	191,764	8	0,000
	191,764	7,982	0,000
<b>Echerichia coli</b>	92,683	8	0,000
	92,683	7,867	0,000

*Nota.* En la tabla habiéndose obtenido un p-valor (significancia) menor a 5% (0.05), se aprecia que, tras el experimento, en la post prueba se tienen diferencias en la Conductividad, solidos totales, turbiedad, color, pH, Coliformes totales, Coliformes y Escherichia coli, es decir que el FAFA con EM reduce la carga orgánica del agua residual proveniente del camal.

Por lo anterior, se observa que, de los 8 indicadores evaluados en el presente estudio, tuvieron diferencia significativa entre los valores de la pre y post prueba. Por lo que se aprueba la hipótesis alterna (HA) El filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes reduce la carga orgánica del agua residual proveniente del camal municipal y a su vez se rechaza la hipótesis nula (H0) El filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes no reduce la carga orgánica del agua residual proveniente del camal municipal.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Al determinar la reducción de la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes se tuvo una notoria reducción al evaluar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, esto se debe a que los microorganismo eficientes tienen gran capacidad de depuración así como lo explica Ortiz et al. (2021) en su investigación mencionando que La eficacia de la purificación de las bacterias Gram positivas según los resultados indica que su efectividad en degradación está relacionado con propiedades químicas de su capa celular.

Así mismo el comportamiento de los microorganismo eficientes dio efectos positivos en el proceso de ejecución dando resultados positivos así como menciona Vigo (2020) en su investigación donde el tratamiento con EM dio mejores resultados en la reducción de masa orgánica y nitrógeno.

Luego de la evaluación de los resultados de los dos grupos experimentales se pudo notar una gran diferencia entre ambos tratamientos donde el filtro que uso EM tuvo y reducción notoria a la del filtro que trabajo sin la presencia del EM, Por lo contrario a García & Robles (2018) que en su investigación determinaron que no existen diferencias importantes entre los procesos; a diferencia de las cantidades aplicadas.

En la evaluación de los parámetros fisicoquímicos, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal, hubo una reducción significativa en los propiedades fisicoquímicos del agua resultante de la misma manera que Ferrer (2019) en su investigación determino que el uso de estos inoculantes, como microorganismos efectivos y levaduras, cambió las características físicas y químicas a diferencia del proceso de control tradicional en condiciones experimentales. De la misma manera en la investigación de Borrovic (2022) menciona que Los microorganismos eficaces en concentraciones más altas son eficaces para la mayor parte de los

parámetros fisicoquímicos. En la evaluación de los parámetros, bacteriológicas, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal se obtuvo resultados positivos con respecto a los resultados iniciales en los parámetros bacteriológicos pero que aún no están afectando a los límites máximos permisibles considerando que el agua analizada proviene de una matadero donde los porcentajes de carga orgánica son mayores a los otros tipos de agua residual como el de las piscina donde la investigadora Borrovic (2022) en su investigación determino que los Microorganismos eficientes en mayor cantidad resultan aún más eficientes en los parámetros microbiológicos.

En la evaluación de los parámetros fisicoquímicos, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente sin microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal se obtuvieron resultados positivos luego de la utilización de FAFA con respecto a los análisis iniciales tomadas del punto de descarga donde se puede apreciar un reducción considerable considerando que no se usó para este grupo experimental microorganismo eficientes con ninguna dosificación y el tiempo de evaluación fue el mismo para ambos grupos así como lo describe García & Robles (2018) en su investigación donde no hubo diferencias significativas en cuanto a la utilización de la dosificación pero sin embargo existieron diferencias en cuanto al tiempo de acción de cada uno.

Al evaluar los parámetros, bacteriológicos, antes y después de la acción de filtro anaerobio de flujo ascendente sin microorganismos eficientes de la calidad del agua residual del camal se obtuvieron resultados donde se pudo reducir considerablemente el porcentaje de contaminación entre los resultados iniciales en el punto de descarga y los resultados finales posteriormente de la utilización del filtro FAFA considerando que para este grupo experimental tampoco se usó los microorganismos eficientes y el tiempo de evaluación fueron similares para ambos grupos experimentales.

## CONCLUSIONES

Se tuvo una reducción significativa del porcentaje orgánico del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) con microorganismos eficientes como también el mismo filtro sin microorganismos eficientes.

De la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del filtro FAFA con EM la conductividad inicial fue de 1391.5 umho/cm y se redujo hasta 293.2 umho/cm con una diferencia de 1098.3 umho/cm. teniendo en cuenta los valores comparados según el ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica 1000 umho/cm y ECA-agua categoría 1 sub categoría(A1) indica 1500 umho/cm lo cual se referencia con de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. En los Solidos Totales se tuvo inicialmente de 694.0 mg/l y se redujo hasta 147.0 mg/l con una diferencia de 547 mg/l. Establecido en el ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) donde indica 100 mg/l y ECA-agua categoría 1 sub categoría (A1) donde indica 1000 mg/l, estando referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. En la Turbiedad se tuvo inicialmente 76.5 UNT y se redujo hasta 14.8 UNT con una diferencia de 61,7 UNT lo que menciona ECA-agua 1 sub categoría (A1) indica 5 UNT el cual esta referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. En el Color se tuvo inicialmente 496.0 UCV teniendo una reducción de 5.4 UCV con una diferencia de 490,6 UCV ya que según lo establece ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica 20 UCV y ECA-agua categoría 1 sub categoría (A1) indica 15 UCV referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. Para el pH se tuvo inicial 8.5, y se redujo hasta resultó 7.4 con una diferencia de 1,09. Lo que menciona ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica 6,5 a 9,0 y ECA-agua categoría 1 sub categoría (A1) indica 6,5 – 8,5 lo que se establece como neutro el resultado con 7.5 para ambas categorías referenciado del Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

De la evaluación de los parámetros, bacteriológicas del filtro FAFA con EM los Coliformes Totales inicialmente tuvieron 4598.0 NMP/100 ml y se redujo hasta 908.8 NMP/100 ml con una diferencia de 3689,2 NMP/100 ml

estando establecido en el ECA-agua categoría 1 sub categoría(A1) donde indica 50 NMP/100 ml y referenciado del Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. Para Coliformes Fecales se tuvo inicialmente 2598.5 NMP/100 ml y se redujeron hasta 710.0 NMP/100 ml con una diferencia de 1888,5 NMP/100 ml según ECA-agua categoría 1 sub categoría (A1) indica 20 NMP/100 ml el ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica un valor de 2000 NMP/100 ml y estando referenciado del Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. En Escherichia Coli tuvo 1699.0 NMP/100 ml inicialmente y se redujo hasta 440.4 NMP/100 ml con una diferencia de 1258,6 NMP/100 ml donde el ECA-agua categoría 1 subcategoría (A1) indica 0 NMP/100 ml el ECA-agua categoría 3 subcategoría (D1) indica 1000 NMP/100 ml estando bajo referencia del Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

De la evaluación de los parámetros, fisicoquímicos del filtro FAFA sin EM La conductividad inicial fue 1391.5 umho/cm y se redujo hasta 418.2 umho/cm con una diferencia de 973.3 umho/cm, teniendo en cuenta los valores comparados según el ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica 1000 umho/cm y ECA-agua categoría 1 sub categoría(A1) indica 1500 umho/cm lo cual se referencia con de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. En Los Solidos Totales se tuvo inicialmente de 694.0 mg/l, y se redujo hasta 208.6 mg/l con una diferencia de 485,4 mg/l. Estando esto establecido en el ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) donde indica 100 mg/l y ECA-agua categoría 1 sub categoría(A1) donde indica 1000 mg/l, estando referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. En la Turbiedad inicialmente tuvo 76.5 UNT y se redujo hasta 25.4 UNT con una diferencia de 51,1 UNT lo que menciona ECA-agua 1 sub categoría(A1) indica 5 UNT el cual esta referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. Para el Color se tuvo inicialmente 496.0 UCV y se redujo hasta 19.2 UCV con una diferencia de 476,8 UCV pues según lo establece ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica 20 UCV y ECA-agua categoría 1 sub categoría(A1) indica 15 UCV referenciado de Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. Para el pH tuvo inicial 8.5 y se redujo hasta 7.9. con una diferencia de 0,55. Lo que indica ECA-agua categoría 4

sub categoría(E2) indica 6,5 a 9,0 y ECA-agua categoría 1 sub categoría(A1) indica 6,5 – 8,5 lo que se establece como neutro el resultado con 7.5 para ambas categorías referenciado del Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

De la evaluación de los parámetros, bacteriológicos del filtro FAFA sin EM los Coliformes Totales inicialmente tuvo 4598.0 NMP/100 ml y se redujo hasta 1699.4 NMP/100 ml con una diferencia de 2898,6 NMP/100 ml. estando establecido en el ECA-agua categoría 1 sub categoría(A1) donde indica 50 NMP/100 ml y referenciado del Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. Para Coliformes Fecales se tuvo inicialmente 2598.5 NMP/100 ml y se redujeron hasta 1103.0 NMP/100 ml con una diferencia 1495,5 NMP/100 ml. según ECA-agua categoría 1 subcategoría (A1) indica 20 NMP/100 ml y el ECA-agua categoría 4 sub categoría(E2) indica un valor de 2000 NMP/100 ml con la referenciación del Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM. En Escherichia Coli tuvo 1699.0 NMP/100 ml inicialmente y se redujo hasta 712.2 NMP/100 ml con una diferencia de 986,8 NMP/100 ml donde el ECA-agua categoría 1 subcategoría (A1) indica 0 NMP/100 ml así mismo el ECA-agua categoría 3 subcategoría (D1) indica 1000 NMP/100 ml, bajo referencia del Estándar de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el proceso de filtración anaerobia de flujo ascendente con diferentes dosis de microorganismos eficientes, para comparar futuros resultados.

Se recomienda realizar la activación del EM, 7 días antes de realizar la toma de muestra de agua a trabajar, así el estado de las bacterias será óptimo para su implementación a los filtros FAFA.

Dado que existe una reacción positiva en los parámetros bacteriológicos, se recomienda este tipo de filtro para disminuir los porcentajes de materia orgánica de las aguas residuales.

Se recomienda desarrollar el proyecto de implementación de EM en condiciones altoandinas, para evaluar los resultados y las reacciones que tiene las bacterias.

Se recomienda realizar el proceso de reducción de la carga orgánica mediante el filtro FAFA con EM, por un periodo de tiempo mayor al ejecutado con el fin de evaluar los resultados en diferentes condiciones de tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua & Ministerios de Agricultura y Riego. (2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hidricos Superficiales. [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_superficiales.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf)
- Borrovic, D. A. (2022). Efecto de los microorganismos eficientes en aguas servidas de piscinas para su reutilización según los parámetros obtenidos [Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3558>
- CONAGUA. (2015). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CONAGUA%202015.%20Manual%20Filtros%20anaerobios%20de%20flujo%20ascendente.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%202015.%20Manual%20Filtros%20anaerobios%20de%20flujo%20ascendente.pdf)
- Coutinho de Andrade, F. M. (2020). Cuaderno de microorganismos eficientes (Tercera edición). AKSAAM. <https://lac-conocimientos-sstc.ifad.org/documents/262275/e83b9610-e25e-7cc0-238e-f7057eee0a30>
- Elizabeth, T., Ulrich Lukas, Lüthi Christoph, Reymond Philippe, Schertenleib Roland, & Zurbrügg Christian. (2018). Compendio de Sistemas y Tecnologías de Saneamiento (Segunda edición). [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/TILLEY%20et%20al%202018.%20Compendio%20de%20sistemas%20y%20tecnologia%20de%20saneamiento.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TILLEY%20et%20al%202018.%20Compendio%20de%20sistemas%20y%20tecnologia%20de%20saneamiento.pdf)
- Ferrer, M. A. (2019). Efecto de los Em (microorganismos eficaces) y levaduras en la degradación de residuos pecuarios, en condiciones del vivero

forestal la Esperanza 2019 [Universidad Nacional Hermilio Valdizán].  
<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5379>

Flores Cabrera, C. R. (2021). Microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales domésticas San Francisco De Asís, Pomalca [Universidad César Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75936>

Garcia Castro, Y. C., & Robles Garcia, D. E. (2018). Determinación de la dosis de microorganismos eficientes para el tratamiento de aguas residuales domésticas provenientes de la Universidad Nacional de Ucayali [Universidad Nacional de Ucayali].  
<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3564>

Gonzales Ccanto, E. M., & Quispe Escobar, R. C. (2020). Influencia de los Microorganismos Eficaces (EM) en el Tratamiento de Aguas Residual Domesticas en el Distrito de Huancavelica [Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3318>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la Investigación, las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta. Mc Graw Hill Education.

Martínez Ruiz, H. (2012). Metodología de la investigación. Cengage Learning Editores.

Méndez Ferro, J. E., & Orejuela Viáfara, D. E. (2021). Evaluación de microorganismos eficientes mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente en agua residual sintética, determinado por la eficiencia de remoción de DQO y SST [Thesis, Uniautónoma del Cauca].  
<http://repositorio.uniautonomia.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/595>

Ministerio de Energía y Minas. (2016). Hidrocarburos—Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua.  
<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/regionales/Publicaciones/GUIA%20HIDROCARBUROS%20II.pdf>

- Morales, A. M. (2020). Comparación de tratamientos biológicos usando microalgas y microorganismos en aguas residuales de empacadora de pescado mediante simulación de procesos [bachelorThesis, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51462>
- Noyola, A., Morgan Sagastume, J. M., & Güereca, L. P. (2013). Selección de Tecnologías para el Tratamiento de Aguas Residuales, Municipales (Primera edición). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Organismo de Evaluacion y Fizcalizacion Ambiental. (2014). Fizcalizacion Ambiental en Aguas Residuales (p. 42). [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Ortiz, D., Anrango, M. J., Pérez, H., Chela, L., Villagrán, G., & Fernandez, L. (2021). Uso de microorganismos eficientes para la depuración de contaminantes orgánicos en aguas residuales urbanas. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3), 355–362. <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.165>
- Osorio Robles, F., Torres Rojo, J. C., & Sánchez Bas, M. (2011). Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes.: Aplicación de procesos industriales a la reutilización de aguas residuales. Ediciones Díaz de Santos.
- Quispe, M., Piñas, L., Del Valle, J., & Aguirre. (2020). Aplicaciones tecnológicas de tratamiento de aguas residuales (Primera edición). Nosótrica.
- Ramalho, R. S. (2021). Tratamiento de aguas residuales. Reverte.
- Ramírez, C. A. S. (2021). Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U.
- Restrepo, J., & Hensel, J. (2009). Manual Práctico de Agricultura Orgánica y Panes de Piedra (Primera edición). FERIVA.
- Sanfiel, F. H. P. (2022). ¿¡El agua!?. RUTH.

Teruo Higa. (2009). Manual Práctico de Uso del EM (1; p. 37).  
[https://www.emuruguay.org/images/Manual\\_Practico\\_Uso\\_EM\\_OISC\\_A\\_BID.pdf](https://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISC_A_BID.pdf)

Vigo Rivera, J. E. (2020). Efecto de Microorganismos Eficaces (ME) en el proceso de depuración de aguas residuales domésticas en condiciones altoandinas [Universiad Peruana Unión].  
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4162>

Zarza, L. (2019). ¿Qué son las aguas residuales? [Text]. iAgua; iAgua.  
<https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-residuales>

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Sama Aguirre, C. (2024). *Reducción de la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes, amarilis, Huánuco, 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

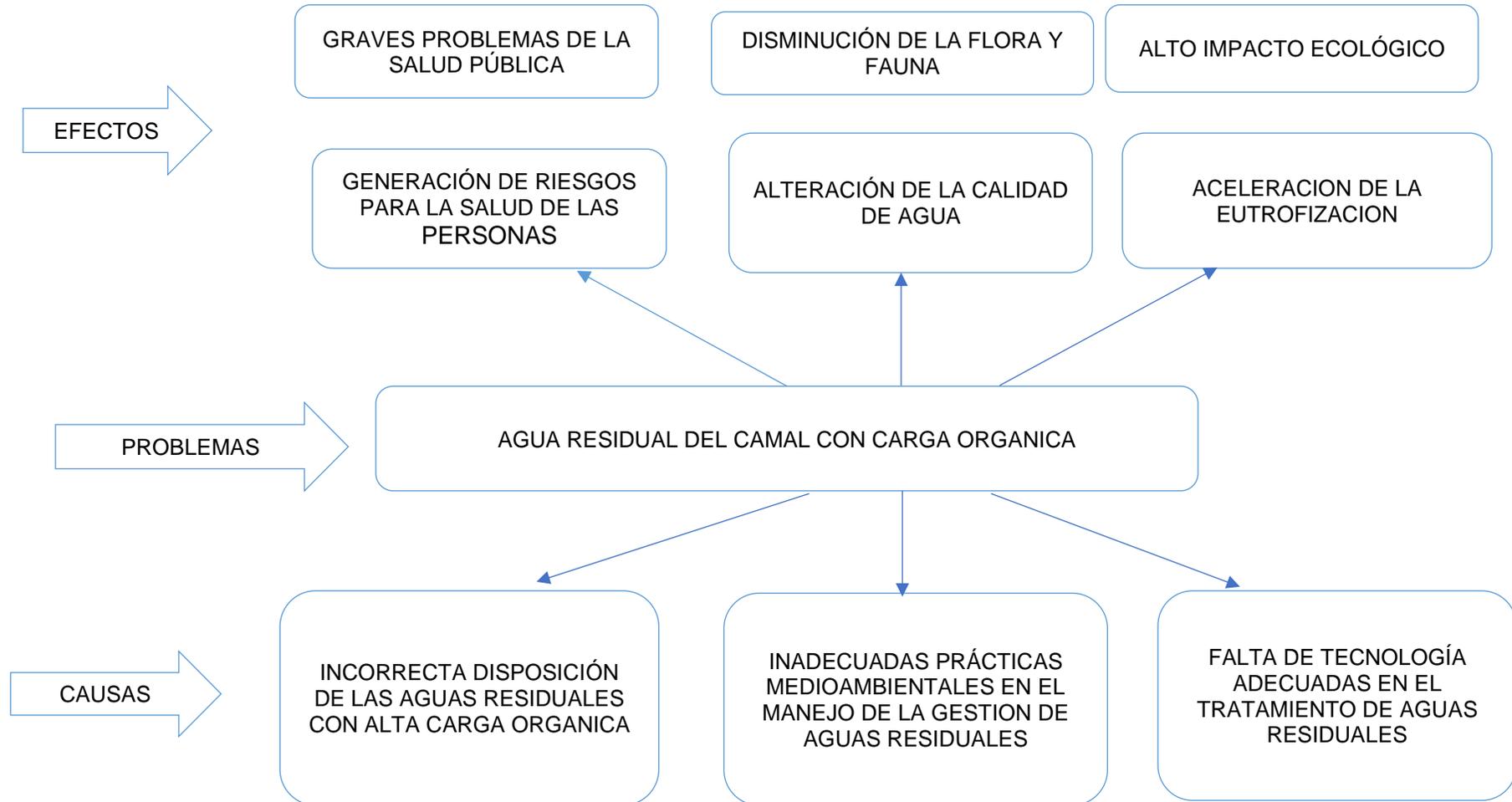
### MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Reducción de la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes, Amarilis, Huánuco – 2023”

Problema general	Objetivo general	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p>¿En qué medida reduce de la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro FAFA con EM, amarilis, Huánuco?</p>	<p>Evaluar la reducción de la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro FAFA con EM, amarilis, Huánuco.</p>	<p><b>H1:</b> El filtro FAFA con EM reduce la carga orgánica del agua residual proveniente del camal municipal.</p> <p><b>H0:</b> El filtro FAFA con EM no reduce la carga orgánica del agua residual proveniente del camal municipal.</p>	<p><b>V. INDEPENDIENTE:</b> Filtro FAFA con microorganismos eficientes.</p> <p><b>V. DEPENDIENTE:</b> Carga orgánica del agua residual del camal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Físicoquímicos</li> <li>– bacteriológicas</li> </ul>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Enfoque</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño</b></p> <p><b>Población</b> volumen de agua que son vertidas por parte de los procesos del camal municipal,</p> <p><b>Muestra</b> Se considera como muestra a los 120 litros de agua que se vierten del camal dividido en 2 grupos experimentales de 60 litros cada uno.</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos			
<p>¿Cuáles son las características físicoquímicas, antes y después de la acción de filtro FAFA con EM de la calidad del agua residual del camal?</p> <p>¿Cuáles son las características bacteriológicas, antes y después de la acción de filtro FAFA con EM de la calidad del agua residual del camal?</p> <p>¿Cuáles son las características físicoquímicas, antes y después de la acción de filtro FAFA sin EM la calidad del agua residual del camal?</p> <p>¿Cuáles son las características bacteriológicas, antes y después de la acción de filtro FAFA sin EM de la calidad del agua residual del camal?</p>	<p>Evaluar los parámetros físicoquímicos, antes y después de la acción de filtro FAFA con EM de la calidad del agua residual del camal.</p> <p>Evaluar los parámetros, bacteriológicas, antes y después de la acción de filtro FAFA con EM de la calidad del agua residual del camal.</p> <p>Evaluar los parámetros físicoquímicos, antes y después de la acción de filtro FAFA sin EM de la calidad del agua residual del camal.</p> <p>Evaluar los parámetros, bacteriológicas, antes y después de la acción de filtro FAFA sin EM de la calidad del agua residual del camal.</p>			

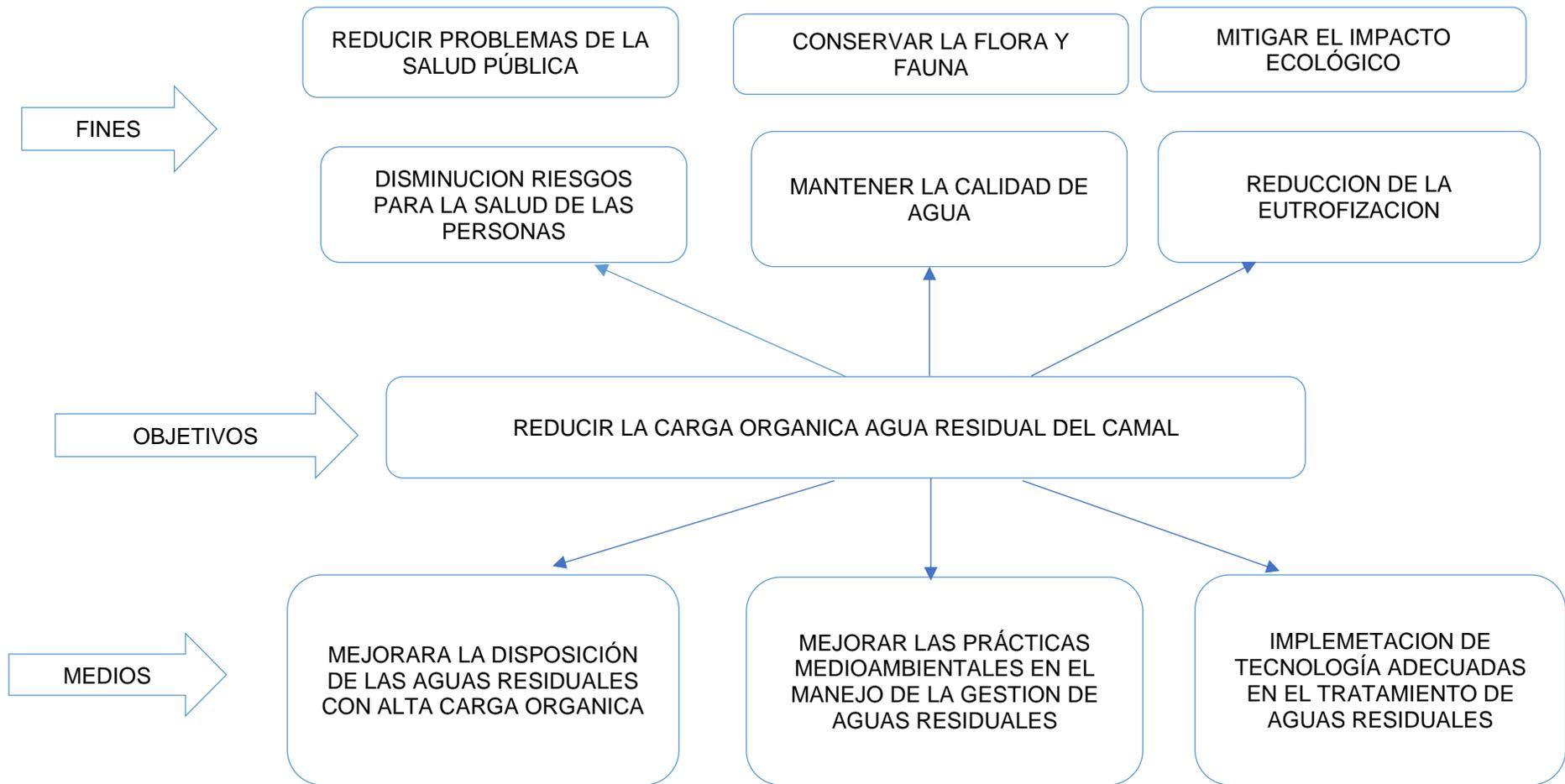
## ANEXO 2

### DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS



### ANEXO 3

### DIAGRAMA DE MEDIO Y FINES



**ANEXO 4**  
**FICHA DE OBSERVACIÓN**

	<b>PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL</b>		
<b>AUTOR:</b>	BCH. SAMA AGUIRRE CRISTHIAN BYLY		
<b>TITULO:</b>	“REDUCCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL CAMAL MEDIANTE UN FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE CON MICROORGANISMOS EFICIENTES, AMARILIS, HUÁNUCO – 2023”		
<b>PARAMETROS</b>	<b>UND</b>	<b>OBSERVACION</b>	<b>VARIABLE DE MEDICION</b>
<b>FISICOQUIMICO</b>	Color (UCV)		AGUA RESIDUAL DEL CAMAL
	Conductividad eléctrica umho/cm		
	Solidos totales disueltos mg/l		
	pH (1:1)		
	Turbiedad		
<b>BACTERIOLOGICOS</b>	E, Coli NMP/100 ml		AGUA RESIDUAL DEL CAMAL
	Coliformes fecales (NMP/100 mL)		
	Coliformes Totales (NMP/100 mL)		



## ANEXO 6

### MAPA DE UBICACIÓN

**Mapa de Ubicación**



	UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERÍA P. A. P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL	
"COMPARACIÓN DEL EFECTO DE DOSIS DE MICROORGANISMOS EN LA REMOCIÓN DE CARGA ORGÁNICA DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL CMAL MUNICIPAL AMARILIS - HUÁNUCO, 2022"		
<b>MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>		
ESCALA:	1:2000	LÁMINA:
FUENTE:	MINAM - ISIRI	<b>01</b>
ESTE:	NORTE:	ALTITUD:
364808.25	8903192.82	1979 m.s.n.m.



# ANEXO 7

## RESULTADOS DE LABORATORIO



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo."

### LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

REG.: 136 - 2023- LMAA-LRRSP- HCO

SOLICITANTE : SAMA AGUIRRE CRISTHIAN BYLY  
 DISTRITO : AMARILIS  
 PROVINCIA : HUANUCO  
 DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTRO: 06-12-23 HORA 08:15 a.m. FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 06-12-23 HORA: 03:40 pm. MUESTRA TOMADA: INTERESADO  
 MUESTRA PRESERVADA SI ( ) NO (X)  
 RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	N°. DE MUESTRA	ENSAYO DE ANÁLISIS FISICO QUIMICO						ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS			
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	Ph	Cl	Coli. T. NMP/100ml	Coliformes Fecales. NMP/100ml	E. coli NMP/100ml	Bact. Heterot. UFC/ml
AMARILIS	RIO HUALLAGA – SALIDA CAMAL	SUPERFICIAL	160	1394	697	75	500	8.6	-	4600	2597	1698	**
AMARILIS	RIO HUALLAGA – SALIDA CAMAL	SUPERFICIAL	161	1389	691	78	492	8.3	-	4596	2600	1700	
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES ECA D.S. N° 004-2017-MINAM				1500	1000	5	15	6,5-8,5	-	50	20	0	**

MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Fecal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23 <sup>ª</sup> Ed 2017 Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal coliform procedure.
BacteriHeterotroficas	Metodo de placa fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005
Escherichia Coli	SMEWW-APHA AWWA-WEF. Part.9221 f1 23 <sup>er</sup> Ed.2017. Multiple-tube fermentation technique for Members of the coliform group.

Huánuco, 18 de diciembre de 2023

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-517521 Fax (062) 513261



PERÚ

Ministerio de Salud

Dirección Regional de Salud Huánuco

Laboratorio Regional de Salud



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo."



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

REG.: 143 - 2023- LMAA-LRRSP- HCO

SOLICITANTE : SAMA AGUIRRE CRISTHIAN BYLY
DISTRITO : AMARILIS
PROVINCIA : HUANUCO
DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTRO: 19-12-23 HORA 09:02 a.m. FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 19-12-23 HORA: 03:40 pm. MUESTRA TOMADA: INTERESADO
MUESTRA PRESERVADA SI ( ) NO (X)
RESULTADOS

Table with columns: MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS, LOCALIDADES, PUNTOS DE MUESTREO, FUENTE, N°. DE MUESTRA, ENSAYO DE ANÁLISIS FISICO QUIMICO (Cond., Sol. T., Turb., Color UCV, Ph, Cl), ANÁLISIS BACTERIOLOGICOS (Coli. T., Coliformes Fecales, E.coli, Bact. Heterot. UFC/ml). Includes a row for maximum permissible limits.

MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.

Table with 2 columns: Microorganismo, Método de Ensayo. Lists Coliforme Fecal, BacteriHeterotroficas, and Escherichia Coli with their respective testing methods.

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO
LABORATORIO REGIONAL DE SALUD HUANUCO
Huánuco, 27 de Diciembre de 2023





**Ministerio de Salud**

Dirección Regional de Salud Huánuco

Laboratorio Referencial Regional Salud



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo."

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS** REG.: 144 - 2023- LMAA-LRRSP- HCO

SOLICITANTE : SAMA AGUIRRE CRISTHIAN BYLY  
 DISTRITO : AMARILIS  
 PROVINCIA : HUANUCO  
 DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTRO: 19-12-23 HORA 09:02 a.m. FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 19-12-23 HORA: 03:54 pm. MUESTRA TOMADA: INTERESADO  
 MUESTRA PRESERVADA SI ( ) NO (X)  
 RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	N°. DE MUESTRA	ENSAYO DE ANÁLISIS FISICO QUIMICO						ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS			Bact. Heterot. UFC/ml	
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	Ph	Cl	Coli.T. NMP/100ml	Coliformes Fecales. NMP/100ml	E.coli NMP/100ml		
AMARILIS	Lab.2 M-01 - EM	SUPERFICIAL	192	294	147	15	5	7,4	-	-	910	710	440	**
AMARILIS	Lab.2 M-02 - EM	SUPERFICIAL	193	296	146	10	5	7,7	-	-	906	714	434	**
AMARILIS	Lab.2 M-03 - EM	SUPERFICIAL	194	291	143	17	4	7,6	-	-	913	712	438	**
AMARILIS	Lab.2 M-04 - EM	SUPERFICIAL	195	288	152	18	7	6,8	-	-	911	706	443	**
AMARILIS	Lab.2 M-05 - EM	SUPERFICIAL	196	297	147	14	6	7,3	-	-	904	708	447	**
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES ECA D.S. N° 004-2017-MINAM				1500	1000	5	15	6,5-8,5	-	-	50	20	0	**

MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Fecal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23 <sup>Ed</sup> 2017 Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal coliform procedure
BacteriHeterotroficas	Metodo de placa fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005
Escherichia Coli	SMEWW-APHA AWWWA-WEF. Part.9221 f1 23 <sup>Ed</sup> Ed.2017. Multiple-tube fermentation technique for Members of the coliform group.

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUANUCO  
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Elva Mblga. María Virginia Córdova Miro  
 2023-12-19  
 Huánuco, 23 de diciembre de 2023



# ANEXO 8

## ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL C1

### Categoría 1: Poblacional y Recreacional

#### Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>6</sup>

## ANEXO 9

### ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL C3

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

**Nota:**

(\*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(\*\*)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH<sub>3</sub>).

**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L		5	10
Bicarbonatos	mg/L		518	**
Cianuro Wad	mg/L		0,1	0,1
Cloruros	mg/L		500	**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co		100 (a)	100 (a)
Conductividad	(µS/cm)		2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Delergentes (SAAM)	mg/L		0,2	0,5
Fenoles	mg/L		0,002	0,01
Fluoruros	mg/L		1	**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L		100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L		10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L		≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L		1 000	1 000
Temperatura	°C		Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L		5	5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L		0,1	0,2
Bario	mg/L		0,7	**
Berilio	mg/L		0,1	0,1
Boro	mg/L		1	5
Cadmio	mg/L		0,01	0,05
Cobre	mg/L		0,2	0,5
Cobalto	mg/L		0,05	1
Cromo Total	mg/L		0,1	1
Hierro	mg/L		5	**
Litio	mg/L		2,5	2,5
Magnesio	mg/L		**	250
Manganeso	mg/L		0,2	0,2
Mercurio	mg/L		0,001	0,01
Níquel	mg/L		0,2	1
Plomo	mg/L		0,05	0,05
Selenio	mg/L		0,02	0,05
Zinc	mg/L		2	24
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L		0,04	0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L		35	35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrín	µg/L		0,004	0,7
Clordano	µg/L		0,006	7
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	µg/L		0,001	30
Dieldrín	µg/L		0,5	0,5
Endosulfán	µg/L		0,01	0,01
Endrin	µg/L		0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L		0,01	0,03
Lindano	µg/L		4	4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L		1	11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminfos	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 4:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

# ANEXO 10

## ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL C4

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
<b>INORGÁNICOS</b>						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0062	0,0062
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
<b>ORGÁNICOS</b>						
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
<b>BTEX</b>						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Bifenilos Policlorados</b>						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
<b>PLAGUICIDAS</b>						
<b>Organofosforados</b>						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
<b>Organoclorados</b>						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

**ANEXO 11**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**

**Fotografía 1**

*Ensamblado de tanques y componentes 1 y 2 del filtro FAFA*



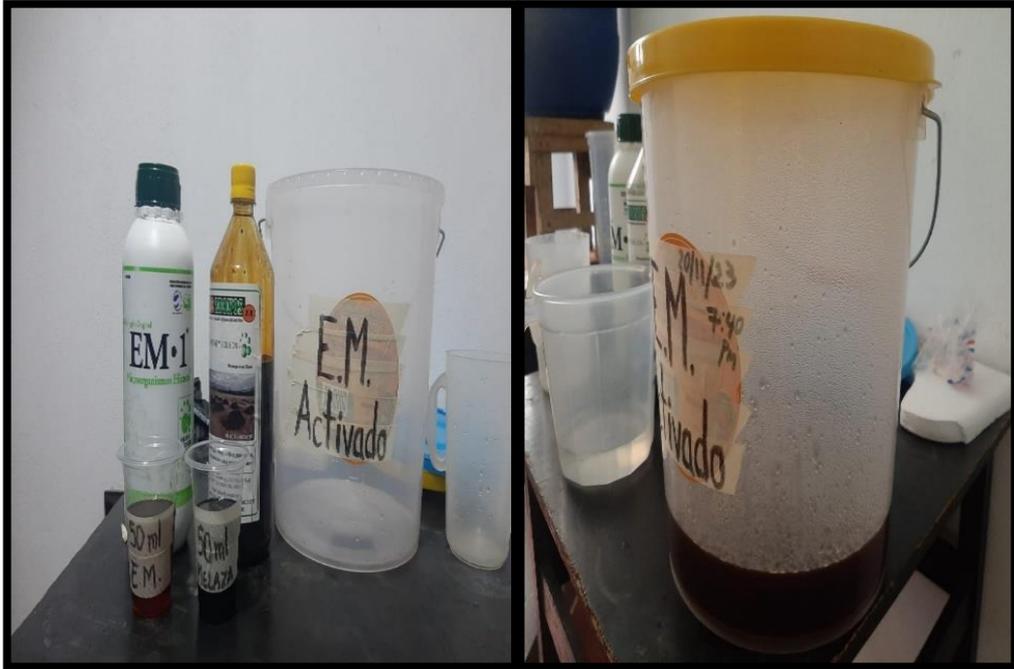
**Fotografía 2**

*Armado final del filtro FAFA con biopelícula interior y visita y verificación del asesor.*



### Fotografía 3

Activación del EM



### Fotografía 4

Inicio de toma de muestra



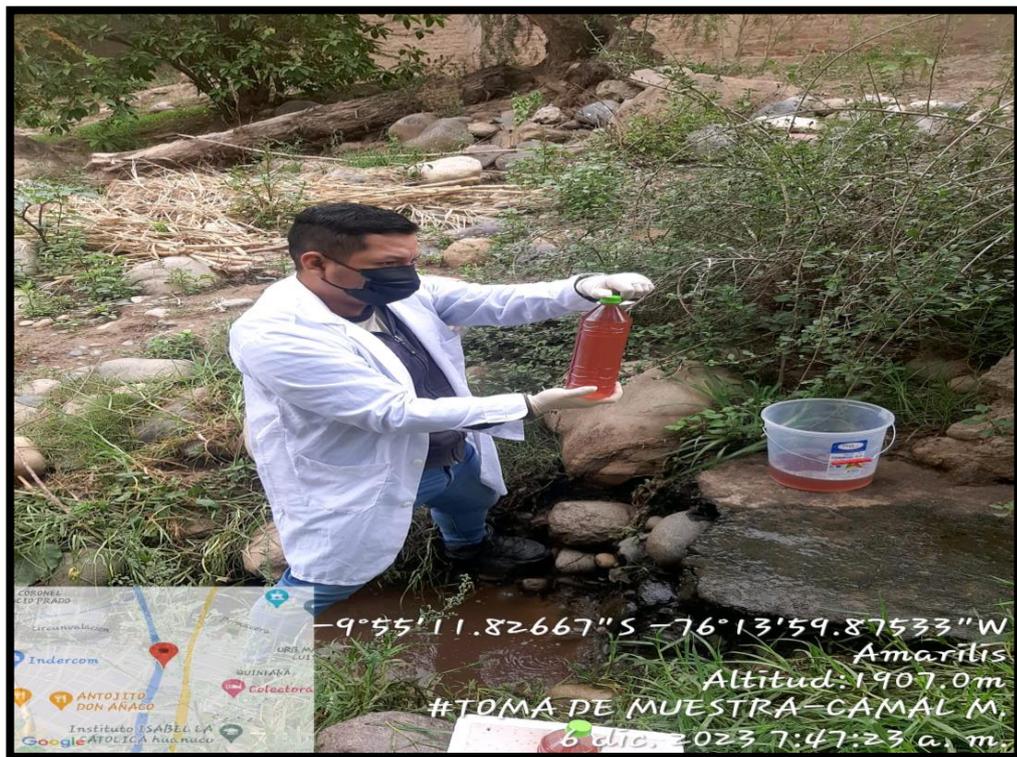
### Fotografía 5

Toma de pH en campo



### Fotografía 6

Verificación de muestra y sellado



### Fotografía 7

Rotulado de muestras y Registro de fichas de campo



### Fotografía 8

Recojo de muestra para el filtro



### Fotografía 9

*Dosificación de muestra de agua*



### Fotografía 10

*Recepción de muestreo final*



**Fotografía 11**

*Recojo de muestra para el filtro*



**Fotografía 12**

*Dosificación de muestra de agua*

