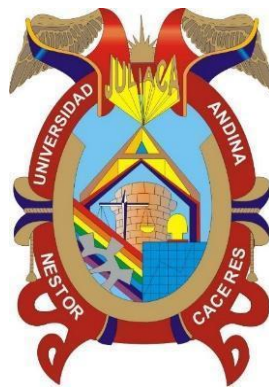




**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**



**EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO  
CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL  
TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE  
RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

JULIACA - PERÚ

2025



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**

**EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO  
CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL  
TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE  
RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

**PRIMER MIEMBRO**

Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

**SEGUNDO MIEMBRO**

M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

**ASESOR DE TESIS**

Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22

**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 1083-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 16 de septiembre del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025 - C-3942 presentado por el (la) Bachiller: **MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO. - APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **1er Miembro** : Mgr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI
- \* **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

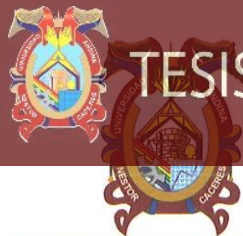
**ARTICULO TERCERO . - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : viernes 26 de septiembre del 2025
- \* **HORA** : 15:30 horas
- \* **LUGAR** : Aula 306 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO. - DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASD. OSCAR V. VIAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.  
Archivo



RESOLUCIÓN DECANAL N° 644-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 3969 por el señor (a): MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 484- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 022- 2025 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 022- 2025 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA, Correspondiente a la línea de investigación SANEAMIENTO AMBIENTAL.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

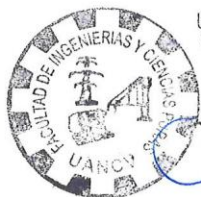
RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para la REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN, presentado por el señor (a): MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA correspondiente a la línea de investigación SANEAMIENTO AMBIENTAL, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a) la), Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Oscar Y. Wamonte Calla DECANO (e) CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc. Archivo interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 543-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 25 de junio del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 4553, presentado por el señor (a) **MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 720-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTITIGACIÓN**, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 720-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTITIGACIÓN**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, se le asigna como:

**ASESOR:** Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730

cc.  
Archivo 2025  
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 720-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 01 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-08847, presentado el señor (a) **MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 713 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 086 -2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. **Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 086 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

*[Signature]*  
MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

*[Signature]*  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



# 16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 13% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

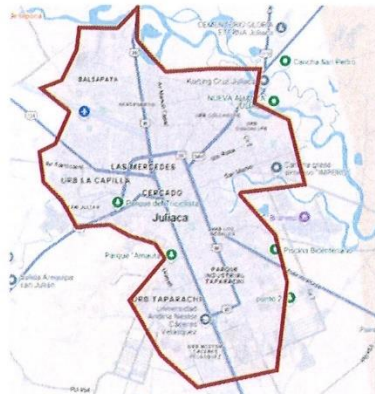
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



**Metadatos complementarios**

<b>Título de la Tesis</b>	
<b>EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72252752
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0008-7431-4148">https://orcid.org/0009-0008-7431-4148</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8065-6533">https://orcid.org/0000-0001-8065-6533</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Saneamiento Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>País:</b> Perú  <b>Departamento:</b> Puno  <b>Provincia:</b> San Román  <b>Distrito:</b> Juliaca  <b>Coordenadas:</b>  <b>Latitud:</b> -15.500566  <b>Longitud:</b> -70.134663  <b>URL Maps:</b></p>  <p><a href="https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2Tl6STNnJxg76neRROoFjk&amp;usp=sharing">https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2Tl6STNnJxg76neRROoFjk&amp;usp=sharing</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Setiembre 2025
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> Librería	<p><b>Ingeniería ambiental</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</a></p> <p><b>Ciencias del medio ambiente</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</a></p>



UNIVERSIDAD ANDINA "HÉCTOR CACERES VELASCO"  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y PURAS

*Dr. Fritz Willy Mamani Apaza*  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA, identificado con DNI Nro. 72252752, en mi condición de egresado de:

**Escuela Profesional**

**Programa de Segunda Especialidad,**

**Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: ING. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 31 de OCTUBRE del 2025

Firma del Asesor  
(obligatoria)

Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

Gracias a mis amados padres por ser pacientes y apoyarme incluso cuando las cosas se pusieron difíciles, y por su entusiasmo infinito que me impulsó a mejorar cada día que pasaba.



## AGRADECIMIENTO

Ante todo, le debo mi fuerza a Dios y salud para realizar este trabajo de investigación, a mi alma mater, la universidad andina Néstor Cáceres Velázquez; a la escuela profesional de ingeniería sanitaria y ambiental; y a sus distinguidos docentes, por la sólida formación académica y profesional brindada durante mi etapa universitaria. Su compromiso, vocación y calidad educativa han sido fundamentales para alcanzar este logro.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	x

### CAPITULO I

#### EL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.2.1. Problema general .....	3
1.2.2. Problemas específicos .....	3
1.3. Objetivos de la Investigación .....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos .....	3
1.4. Justificación del estudio .....	4
1.5. hipótesis.....	5
1.5.1. hipótesis general .....	5
1.5.2. Hipótesis Específicas .....	5



1.5.3. Variables ..... 6

1.5.4. Operacionalización de las Variables ..... 6

**CAPITULO II**

**MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes del estudio..... 7

2.2. Bases teóricas ..... 14

    2.2.1. Efluentes ..... 14

    2.2.2. Biodegradación de efluentes..... 16

    2.2.3. Características de las aguas residuales ..... 16

    2.2.4. Clasificación de las aguas residuales ..... 17

    2.2.5. Parámetros de estudio ..... 19

    2.2.6. Interceptor de grasa hidromecánico..... 20

    2.2.7. Funcionamiento de los interceptores de grasa ..... 28

    2.2.8. Microorganismos eficaces..... 30

    2.2.9. Componentes de microorganismos eficaces ..... 33

    2.2.10. Efectos de los microorganismos eficaces ..... 36

    2.2.11. Legislación para el tratamiento de aguas residuales ..... 37

2.3. Marco conceptual..... 38

**CAPITULO III**

**METODÓLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo y nivel de investigación ..... 40

3.2. Descripción del ámbito de la investigación ..... 41



3.3. Población y Muestra .....	42
3.3.1. Población .....	42
3.3.2. Muestra .....	42
3.4. Técnicas para la recolección de datos e instrumentos .....	42
3.5. Procedimiento metodológico .....	43
3.7. Matriz de consistencia .....	49

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados: .....	50
4.1.1. Los resultados del primer objetivo. ....	50
4.1.2. Los resultados del segundo objetivo. ....	56
4.1.3. Los resultados del tercer objetivo. ....	62
4.2. Discusión .....	67
CONCLUSIÓN .....	69
RECOMENDACIONES .....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
ANEXOS .....	74



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables de investigación. ....	6
Tabla 2. Caudales y capacidades de retención y los tiempos de retención hidráulica típicos que se deben usar para trampas de grasa. ....	29
Tabla 3. Caudales y tiempos de retención hidráulica típicos que se deben usar para trampas de grasa. ....	30
Tabla 4. Valores máximos admisibles para usuarios no domésticos. ....	37
Tabla 5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	42
Tabla 6. Parámetros de los valores máximos admisibles según la norma. ....	44
Tabla 7. Parámetros de estudio con la aplicación de dosis de EM. ....	46
Tabla 8. Parámetros de estudio con la aplicación de dosis de EM. ....	48
Tabla 9. Resultados del análisis de laboratorio para el punto de muestreo N°01 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca. ....	50
Tabla 10. Resultados del análisis de laboratorio para el punto de muestreo N°02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca. ....	51
Tabla 11. Resultados del análisis de laboratorio para el punto de muestreo N°03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca. ....	53
Tabla 12. Resultados del análisis de laboratorio para el punto de muestreo N°04 ubicado en el Jr. Mariano Núñez 1390 de la ciudad de Juliaca. ....	54
Tabla 13. Dosis óptima del 15 % con EM para el tratamiento en el dispositivo N° 01 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca. ....	56
Tabla 14. Dosis óptima para el tratamiento con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca. ..	57



Tabla 15. Dosis óptima para el tratamiento con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca. .	59
Tabla 16. Dosis óptima para el tratamiento con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 04 ubicado en el Jr. Mariano Núñez 1390 de la ciudad de Juliaca.	60
Tabla 17. Porcentaje de eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 01 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca. ....	62
Tabla 18. Porcentaje de eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca. ....	63
Tabla 19. Porcentaje de eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca. ....	64
Tabla 20. Porcentaje de eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 04 ubicado en el Jr. Mariano Núñez 1390 de la ciudad de Juliaca. ....	65
Tabla 21. Prueba de análisis de varianza (ANOVA) del parámetro de estudio turbiedad. ....	66



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general de una trampa de grasa.....	22
Figura 2. Estructura de una trampa de grasa.....	28
Figura 3. Los tres grupos de microorganismos eficaces de EM.....	36
Figura 4. Ubicación y localización del área de estudio de investigación. ....	41
Figura 5. Esquema de dosis de EM con tres tratamientos.....	46
Figura 6. Dispositivo – interceptor de grasa hidromecánico.....	47
Figura 7. Valores de la concentración de inicial de los parámetros del punto de N°01 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca.....	51
Figura 8. Valores de la concentración de inicial de los parámetros del punto de N°02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca. ....	52
Figura 9. Valores de la concentración de inicial de los parámetros del punto de N°03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca.....	54
Figura 10. Valores de la concentración de inicial de los parámetros del punto de N°04 ubicado en el Jr. Mariano Núñez 1390 de la ciudad de Juliaca.....	55
Figura 11. Gráfico de barras, dosis optima al 15% con EM para el dispositivo N°01 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca.....	57
Figura 12. Gráfico de barras, dosis optima de microorganismos eficientes para el dispositivo N° 02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca ...	58
Figura 13. Gráfico de barras, dosis optima de microorganismos eficientes para el dispositivo N° 03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca. .	60
Figura 14. Gráfico de barras, dosis optima de microorganismos eficientes para el dispositivo N° 03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca. .	61



Figura 15. Esquema, valores iniciales y finales del dispositivo N° 1 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca.....	62
Figura 16. Esquema, valores iniciales y finales del dispositivo N° 02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca. ....	63
Figura 17. Esquema, valores iniciales y finales del dispositivo N° 03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca. ....	64
Figura 18. Esquema, valores iniciales y finales del dispositivo N° 04 ubicado en el Jr. Mariano Núñez 1390 de la ciudad de Juliaca.....	65



## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de un interceptor de grasas hidromecánico complementado con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes en la ciudad de Juliaca. La investigación se desarrolló bajo un enfoque experimental. Para el tratamiento, se aplicaron diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (5%, 10% y 15%) en muestras de efluentes, evaluándose los parámetros antes y después de su aplicación. Los valores iniciales obtenidos en la caracterización fisicoquímica demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas superaron los valores máximos permisibles establecidos por la normativa ambiental vigente. Los resultados evidenciaron la adaptación de los microorganismos eficientes a los efluentes de los restaurantes, los cuales presentan una composición favorable para la proliferación de familias microbianas capaces de reducir los contaminantes presentes. Se trabajó con concentraciones de 5%, 10% y 15% de microorganismos eficientes por litro, con tres repeticiones cada una y un tratamiento control, durante tiempos de retención de 10, 20, 30 y 45 días. La mayor eficiencia se obtuvo con una dosis del 15% y un tiempo de retención de 45 días. El interceptor de grasas hidromecánico con microorganismos eficientes demostró una alta capacidad de depuración, logrando una reducción promedio del 85% en los parámetros analizados en los efluentes de provenientes restaurantes de la ciudad de Juliaca.

**Palabras claves:** Eficiencia, efluente, evaluación, interceptor de grasa hidromecánico, microorganismos eficientes.



## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the efficiency of a hydromechanical grease interceptor complemented with efficient microorganisms for the treatment of effluents from restaurants in the city of Juliaca. The research was conducted using an experimental approach. For the treatment, different concentrations of efficient microorganisms (5%, 10%, and 15%) were applied to effluent samples, and the parameters were evaluated before and after their application. The initial values obtained in the physicochemical characterization fats exceeded the maximum permissible values established by current environmental regulations. The results demonstrated the adaptation of efficient microorganisms to restaurant effluents, which present a composition favorable for the proliferation of microbial families capable of reducing the present pollutants. The treatment was performed with concentrations of 5%, 10%, and 15% efficient microorganisms per liter, with three replicates each and a control treatment, for retention periods of 10, 20, 30, and 45 days. The highest efficiency was obtained with a dose of 15% and a retention time of 45 days. The hydromechanical grease interceptor with efficient microorganisms demonstrated a high purification capacity, achieving an average reduction of 85% in the parameters analyzed in effluents from restaurants in the city of Juliaca.

**Keywords:** Efficiency, effluent, evaluation, hydromechanical grease interceptor, efficient microorganisms.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una proporción significativa de las áreas urbanas a nivel global presenta deficiencias en los procedimientos de pretratamiento de aguas residuales de origen doméstico. Esto se estima que únicamente el 50% de estos efluentes son canalizados hacia las (PTAR) para su oportuna gestión. Sin embargo, muchas de estas plantas no reciben el mantenimiento adecuado ni completan eficientemente sus procesos de tratamiento. Como resultado, una gran proporción de las aguas residuales es vertida directamente en cuerpos hídricos, lo que contribuye significativamente a la alteración del agua y el daño a los ecosistemas acuáticos.

A si mismo, el inadecuado uso de los residuos como grasas, aceites y restos de comida también genera molestias en los hogares, especialmente por los olores desagradables que emanan de desagües obstruidos. Estos desechos, al ser vertidos de forma inapropiada, no solo dificultan la limpieza, sino que además provocan daños en las tuberías del sistema de drenaje. Esta situación representa uno de las primordiales alteraciones dentro de la industria gastronómica, donde la acumulación constante de grasas y aceites compromete el funcionamiento de las instalaciones sanitarias y aumenta los costos de mantenimiento.

Actualmente, en el Perú operan miles de establecimientos de expendio de alimentos, siendo la mayoría de ellos carente de sistemas de pretratamiento para sus aguas residuales, las cuales son descargadas sin cumplir con los estándares mínimos de gestión ambiental. Esta situación impacta negativamente la red de alcantarillado, dificultando el tratamiento posterior que estas aguas deben recibir conforme a las normativas vigentes sobre la disposición de aguas servidas.



En el contexto del marco normativo actual, destaca esta normativa tiene como finalidad salvaguardar la integridad de la infraestructura sanitaria y mejorar la eficiencia operativa de las plantas de tratamiento. Esta normativa tiene como propósito evitar el daño a las infraestructuras sanitarias, garantizar la eficiencia en los procesos de tratamiento de aguas residuales y fomentar la sostenibilidad operativa de los sistemas de alcantarillado y saneamiento.

En la localidad de Juliaca, la gestión inadecuada de las aguas residuales que generaron estas actividades de manera industrial y comercial constituye un problema ambiental de considerable magnitud. En numerosos casos, estas aguas residuales son descargadas directamente a Notas; sin importar a cualquier proceso previo donde genera contaminación en los cuerpos hídricos, altera el equilibrio de los ecosistemas locales simboliza una advertencia tanto para la salud pública como para la calidad del agua empleada en actividades agrícolas.

Una de las elecciones de manera viable para el proceso y tratamientos de estas aguas residuales de tipo no domésticas es la implementación de trampas de grasa, una tecnología ampliamente adoptada en los diversos países de Centroamérica y Latinoamérica se debe a su eficacia en la retención de los residuos orgánicos, aceites y grasas de origen orgánico. En particular, la trampa de grasa metálica es la más comúnmente utilizada, y su función principal consiste en la retención de residuos orgánicos, aceites y grasas principalmente restos de alimentos antes de que las aguas residuales sean descargadas al sistema de alcantarillado sanitario. Este proceso es crucial, ya que las grasas y aceites intercambian su viscosidad al enfriarse, solidificándose y provocando obstrucciones en las tuberías, lo que compromete el buen funcionamiento del sistema de drenaje. De esta forma, las grasas y aceites pueden adherirse a las paredes internas de las



tuberías, lo que restringe el flujo normal de las aguas residuales y, con el tiempo, puede provocar obstrucciones severas e incluso fugas en el sistema de alcantarillado.

Por otra parte, el EM que incluyen y son utilizados en procesos biotecnológicos en la degradación y procesos de degradación de las aguas residuales., han demostrado una notable capacidad para degradar grasas y aceites en condiciones aeróbicas controladas. Estos microorganismos actúan como agentes depuradores en el tratamiento de aguas residuales no domésticas. Su aplicación se realiza mediante dosis establecidas de 5%, 10% y 15% en volumen, dependiendo del grado de contaminación y de los objetivos del tratamiento biológico. La finalidad es aportar a la mejora de la calidad de los efluentes generados por establecimientos de servicios alimentarios en la ciudad de Juliaca, promoviendo prácticas sostenibles que se alineen con la normativa ambiental vigente.



## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. Análisis de la situación problemática

Actualmente, la mayoría de los efluentes generados por restaurantes a nivel global no obtienen un pretratamiento de manera adecuada. Si bien existen plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) destinadas a la recolección y depuración de estos efluentes, muchas de ellas no cuentan con el mantenimiento necesario ni cumplen eficientemente con sus funciones. Como resultado, una gran parte de las aguas residuales es vertida directamente a cuerpos hídricos sin ser tratada adecuadamente, lo que genera un alto nivel de contaminación. Por otro lado, la acumulación de manera constante puede generar obstrucciones en los desagües, causando malos olores que afectan tanto a los hogares como a los establecimientos comerciales. La incorrecta disposición de aceites y grasas no solo produce olores desagradables y dificulta la limpieza, sino que también provoca daños en las tuberías del sistema de drenaje. Esta problemática es especialmente crítica en la industria gastronómica, donde la generación constante de estos restos que simboliza uno de los primordiales desafíos para el mantenimiento de las instalaciones sanitarias. En el contexto actual del Perú, operan miles de establecimientos gastronómicos, la totalidad de los cuales la falta de tratamiento



adecuado para sus aguas residuales, lo que simboliza un riesgo ambiental y sanitario significativo. En la provincia de San Román, la gestión final de las aguas residuales originadas por actividades industriales y comerciales constituye una problemática ambiental relevante, debido a que estos efluentes son vertidos directamente al entorno sin ningún tipo de tratamiento previo.

Esta práctica intensifica la contaminación de los recursos hídricos, generando riesgos significativos para la salud pública y afectando negativamente la integridad de los ecosistemas locales. Las aguas residuales no domésticas, particularmente las de origen industrial, se distinguen por sus altos volúmenes de descarga y por contener elevadas concentraciones de sólidos suspendidos, así como diversos contaminantes, entre los que destacan nutrientes como el fósforo y el nitrógeno. Asimismo, estas aguas residuales pueden incluir metales pesados, pesticidas, aceites y grasas, lo que representa un reto considerable para los sistemas de tratamiento y la protección del medio ambiente. Su función esencial es retener grasas, aceites y materia orgánica, identificada como residuos de alimentos, antes de la descarga hacia el sistema de alcantarillado. Esto resulta crucial debido a que las grasas y aceites modifican su viscosidad al enfriarse, lo que puede ocasionar obstrucciones en las tuberías. De este modo, dichas sustancias tienden a adherirse a las superficies internas de las conducciones, limitando el flujo y generando posibles bloqueos e incluso fugas en el sistema de alcantarillado. Estos microorganismos funcionan como agentes biorremediadores en el tratamiento de aguas residuales no domésticas cuando se administran en concentraciones controladas.



## 1.2. Planteamiento del problema

### 1.2.1. Problema general

¿Cuál es la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál es la concentración DBO5, DQO, SST, aceites y grasas de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?
- ✓ ¿Cuál será la dosis optima y tiempo de retención de microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?
- ✓ ¿Cuál es la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes respecto a la disminución del DBO5, DQO, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?

## 1.3. Objetivos de la Investigación

### 1.3.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Analizar la concentración DBO5, DQO, SST, aceites y grasas de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.



- ✓ Determinar la dosis óptima y tiempo de retención de microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.
- ✓ Determinar la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes respecto a la disminución del DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.

## **1.4. Justificación del estudio**

### **1.4.1. Justificación teórica**

A nivel teórico las aguas residuales se constituyen uno de las primordiales Notas de alteración de Notas hídricas, se debe al alto contenido de aceites y grasas que diversos contaminantes sumando a la ineficiencia y ausencia de los sistemas adecuados de tratamiento, Además, en numerosos casos, los vertimientos finales no cumplen con los ECAS la cual buscan el asegurar los parámetros alterando los límites máximos. Por ello, es fundamental que toda la descarga de carácter contaminante, como las aguas residuales sea sometida a un tratamiento de manera adecuada antes de su disposición final, No obstante, numerosos establecimientos carecen de la aplicación integral de los procedimientos necesarios adecuado.

### **1.4.2. Justificación Practico**

Los resultados y conocimientos obtenidos en esta investigación contribuirán al desarrollo de una trampa de grasa adecuada para su implementación en un sistema de tratamiento de aguas residuales industriales. El diseño estará orientado al ajuste de parámetros críticos como DBO, SST, DQO grasas ya aceites mediante la reducción de la carga orgánica aportada al tratamiento primario en la planta de



aguas residuales generadas por restaurantes de la ciudad de Juliaca, garantizando de este modo una operación eficiente del sistema.

### **1.4.3. Justificación metodológica**

Actualmente, la implementación de trampas de grasa se ha establecido como un elemento fundamental en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, desempeñando un papel crucial en la gestión eficiente y sostenible de estos efluentes. Estos dispositivos permiten disminuir significativamente. Estas unidades están diseñadas específicamente para interceptar grasas, aceites y otras sustancias flotantes, evitando su ingreso a los sistemas de drenaje y previniendo así obstrucciones y deterioro en la infraestructura.

## **1.5. hipótesis**

### **1.5.1. hipótesis general**

Existe eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.

### **1.5.2. Hipótesis Específicas**

- ✓ La concentración de DBO5, DQO, SST, aceites y grasas superan los valores máximos admisibles de los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.
- ✓ La dosificación óptima y tiempo de retención microorganismos eficientes mejorara el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.
- ✓ Existe eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes respecto a la disminución del DBO5, DQO, SST,



aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.

### 1.5.3. Variables

#### Variable Dependiente.

Tratamiento de efluentes

#### Variable Independiente:

Microorganismos eficientes (5%, 10% y 15%)

### 1.5.4. Operacionalización de las Variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de las variables de investigación.*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Variable Dependiente</b> Tratamiento de efluentes	Parámetros físicos	Sólidos totales suspendidos
		Temperatura
	Parámetros Químicos	PH
		DBO
		DQO
		Aceites y grasas
<b>Variable Independiente:</b> Microorganismos eficientes	Dosis de EM	Porcentaje (%)
	Tiempo	10, 20, 30, 45 Días



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

##### 2.1.1. A nivel internacional

Según Gonzales, (2023), En su artículo científico titulado "Relación de sólidos sedimentados con la eficiencia de las trampas de grasas (desengrasadores)", Se analizó el vínculo entre distintos parámetros empleados el planteamiento. Con este propósito, se llevaron a cabo 30 muestras, a partir de los cuales se determinó un caudal promedio de 2.28 m<sup>3</sup>/día. La obtención de los resultados de la evaluación del laboratorio mostró concentraciones de 94 mg/l de aceites y grasas, 1103 mg/l de DBO a los 5 días, 2109 mg/l de DQO, 276 mg/l de sólidos suspendidos y 0.45 cm/l de sólidos sedimentales. El vínculo entre los parámetros fue verificado mediante un enfoque de regresión múltiple utilizando el software en Spss donde. Este coeficiente refleja una correlación positiva extremadamente alta entre las variables estudiadas, subrayando la relevancia de un diseño adecuado de las trampas de grasa para maximizar su eficacia en a la retención de grasas y sólidos. De que, a partir de los datos recopilados, se modificó el adecuado diseño para el cálculo del volumen de la trampa de grasas incorporando cuatro variables adicionales. Así, el nuevo enfoque contempla el volumen de diseño como la suma de tres componentes fundamentales: el volumen base de diseño, el volumen generado por las grasas acumuladas y el volumen derivado de los sedimentos depositados.



Según Huane, (2019). Se analizaron diferentes alternativas para reducir la concentración de aceites y grasas presentes en los efluentes producidos al sistema de disposición final NAPORTEC SA. Para identificar las causas del incumplimiento de estos parámetros, la utilización del diagrama llamado Ishikawa o causa efecto, donde nos permitió determinar de manera sistemática la raíz del problema y proponer soluciones enfocadas en mejorar el sistema de efluentes del área de comedor operativo. La obtención de los resultados fueron los siguientes la trampa de grasa de hormigón mostraron las etapas de grasas y aceites donde superan el 30% los LMP por la normativa ambiental vigente. Ante esta situación, se analizaron dos métodos de mejora: en primer lugar, la implementación de una trampa de grasa adicional para el área de lavado de ollas y platos de postres, la cual logró una reducción del 70 % en la concentración de grasas y aceites. En segundo lugar, se analizó el método de electrocoagulación, que alcanzó una eficiencia superior al 97 % en la remoción de dichos contaminantes. Sin embargo, al comparar ambos métodos desde una perspectiva económica, se determinó que el primero presenta una mayor rentabilidad, con una relación beneficio/costo de 5,93, frente a 4,28 del segundo método.

Según Cruz (2021), en su estudio de uso de las trampas de grasa para disminuir la carga contaminante de aceites y grasas dispuesta en la red municipal de drenaje del instituto politécnico de ingeniería química de industrias extractiva. El problema consiste en la descarga directa e indistinta de las aguas residuales hacia la red de alcantarillado sin la aplicación previa de un tratamiento adecuado. En este marco esta investigación se centra en las alteraciones principalmente los aceites y grasas los cuales son causas de la obstrucción y desgaste del sistema de alcantarillado, además de aportar de manera significativa a la contaminación



ambiental, las normas ambientales mexicanas nos definen a los LMP para la descarga al sistema de drenaje. No obstante, en numerosos casos, dichos límites no se cumplen, y las descargas se efectúan sin tratamiento previo, particularmente en la mayor parte de los complejos habitacionales situados en lugares urbanos lo que genera un deterioro progresivo de las redes de alcantarillado y un aumento de las alteraciones ambientales. La vertida no controlada de grasas y aceites ocasiona un deterioro acelerado y considerable impactando de manera directa la salud de los organismos que integran el sistema biótico. Asimismo, la acumulación de estos contaminantes junto con los sedimentos produce obstrucciones en la red de drenaje, lo que resulta en altos costos operativos y de mantenimiento, además de provocar deficiencias en la prestación de los servicios de saneamiento y alcantarillado. En consecuencia, este proyecto de investigación plantea una solución alternativa que genere beneficios significativos tanto para la sociedad como para el entorno ambiental. El objetivo principal consiste en implementar trampas de grasa que, con costos reducidos de fabricación, operación y mantenimiento, permitan una significativa reducción en las emisiones de contaminantes, facilitando además la restauración de los compuestos grasos para su valorización comercial posterior.

### **2.1.2. A nivel Nacional**

Según Tuesta (2018), el propósito de esta investigación fue la a consorcios bacterianos de *Pseudomonas putida* y *Bacillus amyloliquefaciens*. Los resultados indicaron que, con una concentración inicial de 8,0 % de aceite KW, se alcanzó una eficiencia de degradación del 58,96 % a las 48 horas del proceso. La digestión aeróbica in situ del residuo oleoso KW se efectuó en un reactor de tanque agitado (20 L), operando con una carga de aceite equivalente al  $34,72 \pm 2,05$  % de los



sólidos totales (peso/peso). La reducción del sustrato se produjo de forma acelerada, en paralelo con un aumento significativo en la actividad lipolítica y en la concentración de biomasa microbiana activa. El sistema alcanzó una tasa de degradación del 57,38 %, atribuyéndose esta eficiencia a la actividad sinérgica de las cepas *Bacillus amyloliquefaciens* y *Pseudomonas putida*, las cuales demostraron una contribución sustancial en los procesos de descomposición del aceite KW.

Según Ayquita (2021), Esta investigación tiene como finalidad determinar la dosificación microbiana más eficaz, así como el tiempo de retención hidráulica óptimo, con el fin de optimizar el tratamiento de aguas residuales en la planta de procesamiento situada en Yauli, Huancavelica. El estudio se estructuró en dos etapas experimentales, durante las cuales se recopilaron datos diferenciados: la primera consistió en la evaluación del modelo de prueba, y la segunda en la caracterización del segundo parámetro utilizando un equipo experimental alternativo. Los resultados clave demostraron que la dosificación óptima de microorganismos fue de 20 ml combinada con un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 33 días. En estas condiciones operativas, se obtuvo una eficiencia óptima en la remoción de materia orgánica, logrando una disminución del 65,52 % en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y del 66,88 % en la demanda química de oxígeno (DQO). Se determinó que la aplicación de una dosis de 20 mL de consorcios microbianos de alta eficiencia fue eficaz en la remoción de las alteraciones en las aguas residuales.

Según Ariza (2020), El objetivo principal consistió en evaluar la eficiencia de la separación de grasas en aguas residuales procedentes de la primera etapa del procesamiento cárnico, mediante la inoculación de microorganismos autóctonos,



incluyendo cepas del género *Bacillus*, así como analizar la reducción de parámetros contaminantes como demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno a 5 días ( $DBO_5$ ) y sólidos suspendidos totales (SST). El tratamiento se realizó empleando tres concentraciones distintas de microorganismos: 15 ml/L, 30 ml/L y 50 ml/L, evaluadas a los 24, 48 y 72 horas. Para cada concentración, se recogieron muestras de 1 litro, con tres réplicas por dosis. Transcurridas 72 horas, los parámetros evaluados según el D.S. 010-2009 evidenciaron una remoción significativa, logrando un 60 % de eliminación de grasas, 80 % en  $DBO_5$ , 76 % en DQO y 85 % en sólidos suspendidos totales (SST). Se determinó que los microorganismos autóctonos, en particular *Bacillus* spp., presentaron la mayor eficacia en la eliminación de contaminantes después de 72 horas de tratamiento.

Ubalde (2021), El objetivo consistió en caracterizar las aguas residuales provenientes del separador de grasas de la empresa Inversiones Turísticas AQP S.A.C., así como en diseñar un plan de tratamiento adecuado para su gestión. El análisis de laboratorio reveló una concentración de azufre de 6 mg/L, excediendo el valor máximo admisible (VMA) establecido en 5 mg/L. Además, el potencial de hidrógeno (pH) registrado fue de 7.3 unidades, superando el límite establecido de 6 unidades conforme al VMA. Otros parámetros analizados se mantuvieron por debajo de los valores máximos permitidos. Por consiguiente, se sugiere la implementación de un tratamiento dirigido a la reducción de la concentración de azufre y a la corrección del potencial de hidrógeno (pH). Para tal fin, se propuso la oxidación química de sulfuros y la reducción del pH mediante la dosificación controlada de dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

Según Chua (2022), El presente estudio tuvo como finalidad evaluar la eficiencia de microorganismos eficaces (ME) en el tratamiento de aguas residuales



industriales provenientes de una empresa dedicada a la producción de pasteles. Los resultados evidenciaron una mejora significativa en la calidad del agua residual industrial, reflejada en la disminución de olores desagradables y en la reducción de las concentraciones de contaminantes. La síntesis de la enzima lipasa se atribuye exclusivamente a microorganismos del género *Bacillus*, y su actividad enzimática fue determinada mediante la cuantificación de lípidos remanentes, empleando técnicas de cromatografía en capa delgada (TLC) y cromatografía de gases (GC).

Según Saltos (2017), El objetivo fue evaluar el desarrollo del tratamiento de aguas residuales en la industria de embutidos utilizando trampas de grasa. Durante la caracterización de las aguas residuales sin tratamiento provenientes de la industria de embutidos, se identificaron concentraciones de DBO, DQO, sólidos suspendidos y aceites que superaban los límites establecidos por la normativa vigente, registrándose valores de 2314 mg/L, 3046 mg/L, 3131 mg/L y 2159 mg/L, respectivamente. Se desarrolló un sistema de trampa de grasa que logró una eficiencia del 97 % en la remoción de grasas, complementado con un filtro biológico de gusanos que alcanzó una eficiencia del 87 % bajo un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 14 horas, y un sistema de flotación por aireación que obtuvo una eficiencia del 89 % con un TRH de 20 minutos. Se concluyó que las trampas de grasa presentan una alta eficacia en la reducción de alteraciones presentes en las aguas residuales de esta industria.

Según Pérez (2024), El estudio tuvo como propósito evaluar la eficiencia de las trampas de grasa comerciales instaladas en hoteles y restaurantes de la ciudad de Puno. La investigación se llevó a cabo en la zona norte, comprendida entre la Av. Sesquicentenario, Huaje y la Isla Esteves. Se trató de un estudio de tipo descriptivo, con una muestra constituida por 27 establecimientos. La información



se obtuvo mediante la aplicación de encuestas, Los resultados obtenidos evidencian que las trampas de grasa comerciales instaladas en los establecimientos evaluados presentan una eficiencia limitada en cuanto a su operación y mantenimiento. Se observó que el 56.5% de los locales no cuenta con trampas de grasa, mientras que el 17.4% presenta un manejo inadecuado debido a la rápida saturación de los equipos. Asimismo, el 8.7% registra fugas de residuos o deficiencias asociadas al dimensionamiento inadecuado de las trampas. Estos hallazgos indican que el tiempo y la frecuencia de mantenimiento constituyen variables críticas para el desempeño del sistema, ya que un mayor intervalo entre mantenimientos incrementa la probabilidad de fallas operativas y disminuye la eficiencia del tratamiento. Por lo tanto, resulta fundamental garantizar la instalación de trampas de grasa en todos los establecimientos, con el fin de prevenir la contaminación de la bahía interior del lago. Asimismo, es necesario implementar un sistema adecuado para la recolección y reciclaje de las grasas generadas, contribuyendo así a la protección ambiental y al manejo sostenible de los residuos.

### **2.1.3. A nivel local**

Según Chua (2022), El objetivo de esta investigación es alcanzar la degradación de aceites y grasas a través de un proceso de biodegradación, empleando microorganismos autóctonos provenientes de los lodos activados de una planta de tratamiento de aguas residuales. La investigación se llevó a cabo en condiciones de laboratorio utilizando un sistema de operación discontinua por lotes, con una capacidad de 90 litros. Se aplicaron diferentes volúmenes de biomasa proveniente de lodos activados en los tratamientos T1 (1305 mL), T2 (2655 mL) y T3 (4005 mL), manteniendo una aireación continua y una temperatura constante de 25 °C. Se obtuvieron los resultados de la siguiente manera de evaluación



gravimétrica de las muestras monitoreadas indicaron una remoción del 99.52 % en aceites y grasas. Con base en los parámetros analizados, se determina que incrementar el tiempo de contacto y la cantidad de lodos activados incorporados a las aguas residuales genera un doble beneficio: por una parte, optimiza la reutilización de los lodos activados provenientes de plantas de tratamiento, y por otra, logra una disminución significativa.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Efluentes**

Estos efluentes pueden consistir en aguas residuales, tratadas o no, que se descargan desde plantas de tratamiento, sistemas de drenaje o desagües industriales hacia el medio ambiente. Frecuentemente, el término efluente se emplea para describir las aguas residuales que contienen desechos sólidos, líquidos o gaseosos, originados en viviendas y/o procesos industriales. Por lo general, estos efluentes se descargan en sistemas de desagüe y, eventualmente, alcanzan cuerpos de agua como ríos, lagos o mares. Además, los efluentes pueden categorizarse de diversas formas según su origen, composición o propiedades.

De acuerdo con su naturaleza y estado físico, los efluentes se clasifican en líquidos sólidos, humos, gases, ruidos y olores. Según su Nota se clasifican en industriales y domésticos que pueden subdividirse conforme a las distintas ramas industriales, tales como la alimentaria, metalúrgica, papelera, textil, del cuero, sanitaria, entre otras (Gonzales, 2023)

#### **2.2.1.1. Efluentes grasos**

Se definen como efluentes con alta carga lipídica a todas aquellas emisiones, generalmente líquidas, que contienen en suspensión o sólidos disueltos con



concentraciones elevadas de grasas y aceites. Estos lípidos comprenden una diversidad de compuestos comúnmente están situados en las aguas residuales domesticas derivados de la utilización de grasa de animales, manteca y aceite vegetal durante actividades culinarias y de preparación de alimentos. Asimismo, esta categoría incluye efluentes originados en actividades comerciales e industriales, tales como los generados por el comercio y venta de comida rápida (especialmente frituras), la industria de aceites (como pescado y palma), la industria láctea (incluyendo mantequilla, margarina, helados, yogur y queso), así como efluentes procedentes de mataderos, entre otros. Todos estos sectores aportan de manera significativa a la carga lipídica en las aguas residuales, constituyendo un reto considerable para los sistemas convencionales de tratamiento (Huane, 2019).

En los sistemas de alcantarillado, los compuestos lipídicos predominantes corresponden principalmente a aceites de origen vegetal y grasas derivadas de Notas animales. Estos compuestos, debido a su naturaleza lipídica, constituyen algunos de los compuestos orgánicos más estables en las aguas residuales y presentan baja biodegradabilidad a través de procesos convencionales. Sin embargo, estos compuestos pueden ser degradados mediante la acción de ácidos minerales, proceso que induce su hidrólisis y genera ácidos grasos y glicerina como productos de descomposición.

Los residuos lipídicos generados por la industria alimentaria y vertidos al entorno generan un impacto ambiental adverso, como consecuencia de su alta carga tanto orgánica como inorgánica. Durante su descomposición, estos residuos dan lugar a compuestos altamente tóxicos, producto de procesos de peroxidación lipídica. Los peróxidos formados durante la peroxidación lipídica pueden ocasionar daños celulares en organismos animales, afectando sus membranas, proteínas y material



genético. A raíz de estos efectos, los compuestos resultantes de la peroxidación lipídica se emplean frecuentemente como los parámetros de estrés biomarcadores y oxidativo de contaminación ambiental, facilitando la evaluación del impacto de contaminantes lipídicos en los ecosistemas. Al ser vertidos en Notas de agua de grasas y aceites en presencia de los efluentes que tienden a flotar generando una capa superficial que limita el intercambio gaseoso y perjudica la microfauna acuática, afectando principalmente a los microorganismos aeróbicos. De igual manera, la descarga excesiva de grasas y aceites en las redes de alcantarillado puede provocar obstrucciones y daños en las tuberías, disminuyendo la capacidad hidráulica del sistema y ocasionando problemas operativos y costos elevados de mantenimiento (Cruz, 2021).

### **2.2.2. Biodegradación de efluentes**

La mayoría de las sustancias grasas presentes en los efluentes son, prácticamente en su totalidad, biodegradables, lo que las hace aptas para su tratamiento mediante procesos biológicos. En este contexto, la biodegradación puede servir como base para un pretratamiento eficiente, cuyo propósito es obtener un efluente con carga contaminante reducida, facilitando su posterior reutilización o vertido seguro al medio ambiente, en cumplimiento con las normativas ambientales vigentes (Tuesta, 2018).

### **2.2.3. Características de las aguas residuales**

Se consideran aguas residuales a aquellas cuyo contenido original fue modificado que debe a las actividades humanas tales como los procedimientos industriales, comerciales, domésticos o agrícolas. Por la presencia de contaminantes físicos, químicos o biológicos, estas aguas requieren un tratamiento previo antes de ser reutilizadas, vertidas en cuerpos de agua naturales o



descargadas en sistemas de alcantarillado, con el objetivo de reducir su impacto ambiental y sanitario (OEFA, 2014).

Independientemente del sitio de vertido, las aguas residuales se caracterizan por la presencia de cinco componentes predominantes: microorganismos patógenos de transmisión hídrica, residuos de pesticidas, metales pesados, nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K), así como sedimentos y materia orgánica. Estas aguas residuales no tratadas previamente ocasionan un incremento en la concentración de nutrientes. Este aumento provoca múltiples problemas ambientales, incluyendo la eutrofización, la reducción del oxígeno disuelto en el agua y la toxicidad para determinados organismos acuáticos, efectos adversos.

Se ha recopilado múltiples definiciones sobre contaminantes del agua no obstante para el presente estudio se ha adoptado la definición que mejor se ajusta a los propósitos planteados.

#### **2.2.4. Clasificación de las aguas residuales**

- a. Aguas residuales domesticas:** Se definen como aquellos que se originan en viviendas o establecimientos comerciales, y están compuestas por residuos fisiológicos o desechos resultantes de las actividades humanas. Estas aguas demandan un tratamiento apropiado previo a su liberación al medio ambiente, con el fin de prevenir impactos negativos (OEFA, 2014).
- b. Aguas residuales industriales:** Se consideran aquellas que se generan durante la realización de procesos productivos en sectores como minería, agricultura, energía, agroindustria, entre otros. Estas aguas generalmente contienen contaminantes específicos que demandan tratamientos especializados para prevenir daños ambientales (OEFA, 2014).



- c. Aguas residuales municipales:** Son aquellas aguas generadas por la combinación de aguas residuales domésticas con aguas de escorrentía pluvial o con efluentes industriales que han recibido un tratamiento previo. Este tipo de efluentes exige una gestión adecuada para evitar impactos ambientales adversos, dado que involucra la combinación de diversas Notas de contaminación (OEFA, 2014).
- d. Aguas residuales no domesticas:** Se trata de aguas residuales provenientes de actividades de naturaleza económica, comercial e industrial, quedando excluidas aquellas generadas por Notas domésticas. Estos efluentes se originan en procesos como la elaboración de alimentos, labores de limpieza y diversas actividades productivas, y requieren tratamientos específicos debido a su composición heterogénea y su potencial carga contaminante (Méndez y Marchán, 2008).
- e. Aguas residuales comerciales:** Las aguas residuales asociadas a centros comerciales incluyen igualmente los efluentes originados en unidades operativas como restaurantes, cafeterías, salones de belleza, entre otros establecimientos. Estas aguas se distinguen principalmente por un alto contenido de aguas grises, lo que conlleva una presencia considerable de grasas, aceites, tensioactivos como jabones y detergentes, así como una elevada concentración de sólidos suspendidos.
- f. Aguas negras:** Estas se originan a partir de actividades como la preparación de alimentos con la limpieza de utensilios de cocina, vehículos, ropa entre otras operaciones de uso cotidiano o comercial.



### 2.2.5. *Parámetros de estudio*

- a) **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>):** La DBO<sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días) es un parámetro que refleja la cantidad de materia orgánica presente en el agua, ya que mide el volumen de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para oxidar, degradar o estabilizar dicha materia en condiciones aeróbicas. Su determinación se basa en el proceso natural de oxidación biológica que ocurre durante la degradación de los compuestos orgánicos (ANA, 2018).
- b) **Demanda Química de oxígeno (DQO):** La DQO (Demanda Química de Oxígeno) se utiliza como una medida del equivalente en oxígeno del contenido de materia orgánica presente en una muestra. Este parámetro constituye una variable relevante, ya que permite una evaluación rápida del grado de contaminación en cuerpos de agua superficiales ocasionada por aguas residuales domésticas, desechos industriales de origen orgánico y efluentes provenientes de plantas de tratamiento con alta carga de materia orgánica (ANA, 2018).
- c) **Sólidos Suspendido Totales (SST):** Los sólidos sedimentables representan la parte de los sólidos en suspensión no disueltos en el agua que pueden ser independizados por procesos de filtración. La cuantificación se lleva a cabo mediante la pesada del residuo retenido en un filtro, tras un proceso de secado controlado. Estos sólidos son eliminados del agua mediante técnicas físicas tales como la filtración y la decantación (Ariza, 2020).
- d) **Aceites y grasas:** La porción de materia orgánica soluble en hexano está constituida principalmente por grasas y aceites en las aguas residuales,



derivados del empleo de estos lípidos en la elaboración de alimentos. Adicionalmente, la concentración de estos compuestos puede vincularse a actividades industriales específicas que originan vertidos con alta carga lipídica. Los aceites y grasas se definen como compuestos predominantemente constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, los cuales presentan una baja densidad que les permite flotar en estas aguas. Estos compuestos tienden a adherirse a las superficies con las que interactúan, formando películas iridiscentes y ocasionando dificultades operativas y de mantenimiento en los sistemas de drenaje. Asimismo, su baja biodegradabilidad interfiere con los procesos biológicos, lo que complica su remoción. En general, las grasas ya aceites se originan a partir de los productos como la manteca, margarina, mantequilla, aceites y vegetales, hidrocarburos de origen animal particularmente las derivadas de productos cárnicos. Los lípidos de origen vegetal y animal, a pesar de encontrarse frecuentemente en estado emulsificado, son generalmente biodegradables y susceptibles de ser removidos de manera eficiente mediante procesos biológicos en sistemas de tratamiento de aguas residuales (Chua, 2022).

### **2.2.6. Interceptor de grasa hidromecánico**

Los separadores de grasas y aceites lubricantes, conocidos comúnmente como trampas de grasa, constituyen equipos técnicos diseñados para incorporarse a los sistemas de gestión de aguas residuales en entornos industriales y comerciales donde se generan volúmenes significativos de estos residuos (Saltos, 2017).



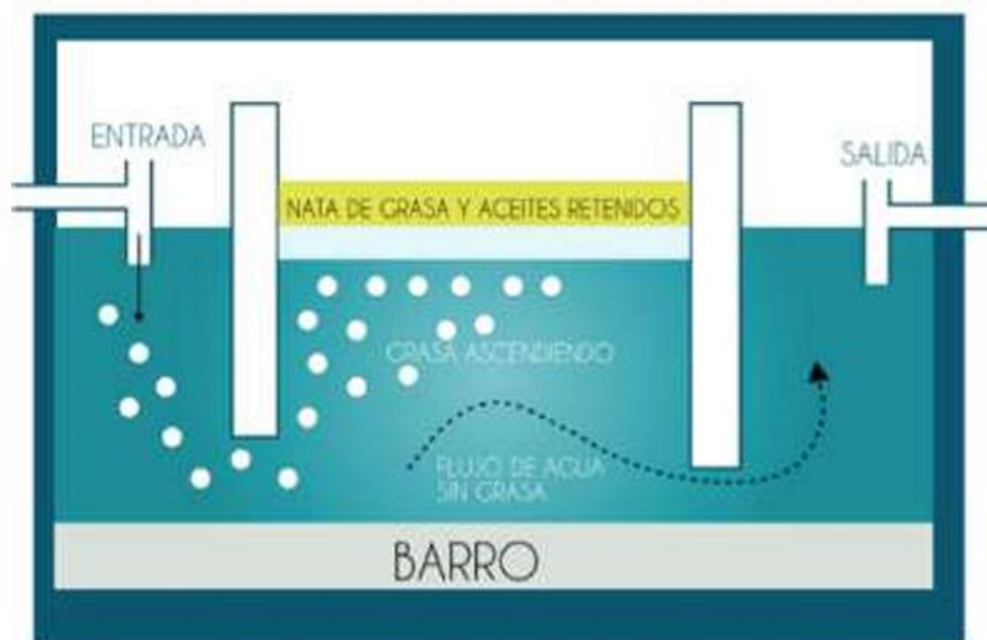
Los interceptores de grasa son dispositivos de diseño compacto que operan bajo el principio de flotación gravitacional, destinados a capturar aceites y grasas, ya que cualquier sistema que mantenga una lámina de agua en reposo, con entradas y salidas ubicadas a media altura y sumergidas, puede funcionar de manera eficiente como separador de grasas y aceites. La fosa séptica y los separadores de grasas funcionan de forma complementaria, contribuyendo a la prevención de bloqueos en las tuberías de drenaje y a la mitigación de emisiones de olores indeseados, los cuales suelen originarse por la acumulación de residuos grasos en las superficies internas del sistema de alcantarillado sanitario. Para garantizar un rendimiento eficiente, una trampa de grasa debe contar con una capacidad mínima comprendida entre 95 y 100 litros (Altamiranda, 2017).

La ausencia de un sistema efectivo para la retención de grasas en establecimientos de alimentos conduce, con el tiempo y es fundamental considerar que las grasas y residuos sólidos acumulados en el tanque deben ser extraídos con una frecuencia mínima de cada 48 horas; en función del volumen de producción, puede ser necesaria una limpieza diaria de la trampa para asegurar su óptimo desempeño. El procedimiento es sencillo, facilitando que el personal operativo realice la limpieza y eliminación de los residuos de manera eficiente. Las grasas y aceites ocasionan serios problemas en los sistemas de recolección de aguas residuales. Por tal motivo, las autoridades municipales exigen que las descargas procedentes de lavaderos, lavaplatos y demás equipos sanitarios instalados en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y establecimientos similares sean debidamente acondicionadas, especialmente en aquellos casos donde exista riesgo de vertido de volúmenes significativos de grasa que puedan afectar el desempeño adecuado del sistema de alcantarillado.

La trampa o separador de grasas es un equipo instalado en la línea de descarga, ubicado entre el punto de generación de aguas residuales y la red de alcantarillado, con el propósito de interceptar y retener grasas antes de su ingreso al sistema. Su propósito fundamental es facilitar la separación y retención de grasas y aceites contenidos en el efluente, previniendo su ingreso al sistema público de alcantarillado y evitando posibles obstrucciones o daños. La presencia de grasas y aceites en las aguas residuales genera impactos significativos en los sistemas de recolección de aguas servidas, provocando obstrucciones, emisión de olores ofensivos y afectando negativamente la eficiencia operativa de la red de alcantarillado. Esta normativa igualmente abarca a establecimientos que producen aguas residuales derivadas del lavado de pisos, equipos, maquinarias y lavanderías, con el propósito de salvaguardar la infraestructura sanitaria y minimizar la carga contaminante en la red de alcantarillado (Mejia, 2020).

## Figura 1

*Estructura general de una trampa de grasa.*



*Nota:* (Mejia, 2020).



La configuración típica de una trampa de grasa incluye tres compartimentos esenciales: la cámara de ingreso, la cámara central y la cámara de descarga. El efluente entra a la cámara inicial, donde se elabora la disminución primaria de la velocidad del flujo, permitiendo la sedimentación de sólidos de mayor tamaño. En la cámara intermedia, que funciona como zona de separación, las grasas y aceites,

Esto se debe a una menor densidad del agua. Se concentran en la extensión, facilitando su retención. Finalmente, el agua parcialmente tratada pasa a la cámara de salida, desde donde se conduce hacia al alcantarillado a una fase adicional de procesos. Esta configuración facilita una separación eficiente de sólidos y compuestos lipídicos, previniendo su ingreso al sistema de drenaje y la consecuente generación de obstrucciones.

El sistema empieza con el ingreso del agua residual a la cámara inicial, donde se reduce la velocidad del flujo, facilitando el proceso de sedimentación del parámetro SST que se quedan en el fondo en forma de lodo. Seguidamente, el efluente se desplaza hacia el segundo compartimento, en el cual las grasas y aceites, por presentar una de las densidades de manera inferior en el agua, flotan y se concentran en la superficie. Finalmente, el agua parcialmente clarificada se dirige a la cámara de salida, estando libre en gran medida de los contaminantes flotantes y sedimentables. Este diseño garantiza una retención efectiva de lípidos y sólidos, reduciendo el riesgo de taponamientos en las tuberías y optimizando la eficiencia del tratamiento subsecuente. Se canalizada hacia el sistema de alcantarillado o hacia la etapa siguiente del tratamiento, funcionando como efluente pretratado. Es relevante destacar que las trampas de grasa pueden categorizarse y denominarse de diversas formas, dependiendo del tipo de material flotante o residuo que estén destinadas a eliminar, incluyendo trampas para aceites,



interceptores de hidrocarburos y separadores de sólidos ligeros, entre otros. Esta especificidad responde a las características particulares del establecimiento o proceso industrial donde se instalan (Galarza, 2019).

- **Unitario Domiciliar:** Este tipo de trampa se instala directamente en las instalaciones prediales, principalmente en viviendas unifamiliares o pequeñas unidades habitacionales. Su propósito fundamental es capturar y retener los residuos lipídicos generados en las cocinas residenciales, evitando su ingreso al sistema de alcantarillado. Al ubicarse dentro del predio, facilita un control y mantenimiento más sencillo por parte del usuario, lo que contribuye a disminuir obstrucciones en las redes de drenaje.
- **Colectiva:** Este tipo de equipo está concebido en complejos habitacionales, edificios y en establecimientos comerciales o industriales con una generación significativa de grasas y aceites. Se distingue por su elevada capacidad de almacenamiento y tratamiento, lo que posibilita el manejo de volúmenes mayores de agua con una carga orgánica considerable. Normalmente, se coloca en puntos clave antes de la conexión con la red de alcantarillado municipal, y su correcto funcionamiento depende de un mantenimiento regular que garantice la captura eficiente de los indicadores.
- **Sedimentadores:** Las instalaciones consisten en modificaciones integradas a los sedimentadores primarios, cuyo propósito fundamental es la recolección de materiales flotantes, como grasas y aceites, utilizando dispositivos específicamente diseñados para tal fin. Estos materiales flotantes son capturados eficazmente y posteriormente dirigidos hacia las cantidades de procesos de lodos, impidiendo su ingreso al tratamiento



secundario y reduciendo de esta manera la carga orgánica del sistema. Esta integración mejora la eficacia del proceso global de las aguas residuales, particularmente en plantas de tratamiento de tamaño mediano y grande.

Los interceptores de grasas deben ubicarse en las inmediaciones del punto de generación de aguas residuales que contengan elevadas concentraciones de grasas y aceites, como cocinas, talleres o industrias alimentarias, ubicándose aguas arriba de cualquier etapa de tratamiento subsecuente, como sedimentadores primarios o procesos de tratamiento secundario. Esta configuración busca evitar la obstrucción de las tuberías, la adhesión de residuos grasos a los elementos del sistema, la acumulación de materiales en las unidades de tratamiento y la aparición de olores desagradables. Asimismo, sin importar su emplazamiento, es fundamental que se aseguren condiciones hidráulicas óptimas que faciliten y asegurando su retención y posterior eliminación antes de su ingreso al sistema de alcantarillado o a procesos de tratamiento más avanzados (Iza, 2021).

- ✓ ) Se debe instalar en proximidad inmediata al punto de generación de grasas y aceites, con el fin de optimizar la captación y prevenir la entrada de dichos contaminantes al sistema de drenaje o a etapas subsiguientes de tratamiento.
- ✓ Las trampas de grasa pueden ser instaladas de manera flexible, ya sea parcialmente elevadas sobre el suelo o empotradas en este, ajustándose a las condiciones y restricciones del espacio disponible.
- ✓ Es imprescindible disponer de un espacio libre suficiente que permita la extracción cómoda de la tapa del interceptor de grasas, facilitando así las tareas de inspección y mantenimiento.



- ✓ Se debe instalarse en zonas seguras, procurando evitar ubicaciones susceptibles a fugas o derrames que puedan representar un riesgo ambiental o sanitario.
- ✓ La longitud máxima admisible para las tuberías que unen el punto generador de grasas más alejado con la entrada del interceptor de grasas no debe superar los 7 metros.

La trampa de grasas es un dispositivo elaborado con materiales como acero inoxidable, polietileno o concreto, especialmente diseñado para ser instalado en instalaciones tales como restaurantes, hoteles, comedores industriales y viviendas, La trampa de grasas tiene como función fundamental interceptar y remover los compuestos lipídicos y sólidos orgánicos suspendidos presentes en las aguas residuales, con el objetivo de evitar su ingreso al sistema de alcantarillado, preservando así la integridad de la red sanitaria y mejorando la eficiencia del tratamiento posterior ya que las grasas y aceites, al enfriarse, incrementan su viscosidad y se adhieren con facilidad a las paredes internas de las tuberías, formando depósitos que reducen progresivamente la capacidad hidráulica del sistema. Esta acumulación puede derivar en obstrucciones severas, afectando la funcionalidad del sistema de drenaje y generando fallas operativas, además de elevar significativamente los costos asociados al mantenimiento correctivo y preventivo. Por esta razón, no se recomienda conectar lavabos, duchas ni retretes a la trampa de grasas, dado que estos aportan aguas con características diferentes (aguas grises y negras) que pueden interferir con el funcionamiento óptimo del equipo (Torres, 2019).

El sistema interceptor de grasas debe emplazarse en un punto estratégico de la red de desagüe del establecimiento, específicamente en la línea de liberación



que realiza la conexión con el sistema de alcantarillado. Su ubicación debe ser posterior a las estaciones de lavado de alimentos y utensilios empleados en los procesos de preparación, con el propósito de asegurar la captura eficiente de compuestos lipídicos antes de su ingreso al sistema de recolección de aguas residuales. Esta disposición facilita la captura efectiva de grasas, aceites y residuos sólidos, impidiendo su ingreso al sistema de alcantarillado y reduciendo así el riesgo de obstrucciones y deterioro en la infraestructura sanitaria. Asimismo, es esencial que la trampa de grasas se ubique en un lugar accesible, lo que permita realizar de manera eficaz, asegurando su operación óptima y una mayor durabilidad del sistema (Herrera, 2017).

Las trampas de grasa se fundamentan en el principio físico de la flotación, el cual aprovecha la menor densidad de los compuestos lipídicos respecto al agua. Esta diferencia permite que dichos contaminantes asciendan y se acumulen en la superficie del sistema, facilitando su separación del flujo líquido. Este fenómeno posibilita que las grasas, al ser menos densas, se concentren en la superficie del agua dentro del equipo, evitando de esta manera su ingreso al sistema de aguas residuales. Para asegurar un rendimiento óptimo, las trampas de grasa deben instalarse correctamente, fabricarse con materiales apropiados y someterse a un mantenimiento regular que garantice su eficiencia y prolongue su vida útil (Obeid, 2018).

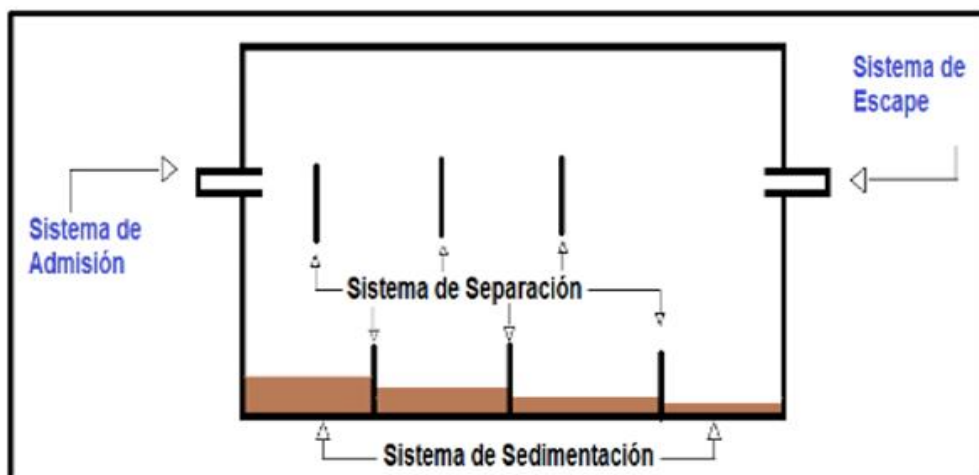
#### **2.2.6.1. Las trampas de grasa constan de cuatro sistemas**

- ✓ **Sistema de admisión:** Consiste en una tubería encargada de captar las aguas residuales provenientes de fregaderos, lavabos y lavaplatos, facilitando su evacuación.
- ✓ **Sistema de sedimentación:** Es un compartimento específico dentro de la

- trampa donde los residuos alimenticios se depositan por sedimentación a lo largo del flujo del agua.
- ✓ **Sistema de separación:** El proceso puede diferir dependiendo del fabricante, pero generalmente involucra una serie de placas o canales diseñados para interceptar y retener grasas, aceites y residuos sólidos, impidiendo su paso donde el sistema de alcantarillado.
  - ✓ **Sistema de escape:** Se trata de una tubería destinada al transporte de líquidos hacia la red de alcantarillado y los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

**Figura 2**

*Estructura de una trampa de grasa.*



*Nota:* (Obeid, 2018).

### **2.2.7. Funcionamiento de los interceptores de grasa**

La trampa opera mediante la retención de sólidos suspendidos por sedimentación, mientras que los compuestos grasos se aíslan mediante un proceso de flotación.

El agua tratada es evacuada mediante el segundo compartimento, siendo fundamental que la descarga posterior a la trampa esté equipada con un sifón que impida la infiltración de olores desagradables hacia el interior del establecimiento.

Asimismo, está equipada con un drenaje y una válvula de cierre rápido que permiten la limpieza eficiente después de la eliminación de sedimentos, sin necesidad de emplear mangueras u otros dispositivos adicionales (Gonzales, 2023).

### 2.2.7.1. Parámetros de diseño

El diseño debe basarse en las características específicas y el volumen del efluente a tratar, estableciendo que la capacidad mínima de retención, expresada en kilogramos de grasa, corresponda al menos al 25 % del caudal máximo horario de diseño, medido en litros por minuto.

**Tabla 2**

*Caudales y capacidades de retención y los tiempos de retención hidráulica típicos que se deben usar para trampas de grasa.*

Tipo de afluente	Caudal (L/min)	Capacidad de retención de grasa (kg)	de de	Capacidad máxima recomendada (L)
Cocina de restaurante	56	14		190
Habitación sencilla	72	18		190
Habitación doble	92	23		240
Dos habitaciones sencillas	92	23		240
Dos habitaciones dobles	128	32		330
Lavaplatos para restaurantes				
Volumen de agua mayor de 115 L	56	14		115
Volumen de agua mayor de 190 L	92	23		240
Volumen entre 190 y 378 L	144	36		378

*Nota:* (Gonzales, 2023).

### 2.2.7.2. Entradas y salidas

Es imprescindible instalar dispositivos reguladores de flujo en las entradas para evitar sobrecargas o incrementos abruptos en el caudal. El diámetro mínimo de la tubería de entrada debe ser de 50 mm, mientras que el de salida debe contar con un diámetro no menor a 100 mm. El extremo terminal del tubo de entrada debe permanecer sumergido a una profundidad mínima de 150 mm. En cuanto al tubo de salida, responsable de evacuar el agua tratada, debe estar situado a una distancia mínima de 150 mm desde el fondo del tanque y mantenerse sumergido a una profundidad no menor a 0.9 metros.

#### Tabla 3

*Caudales y tiempos de retención hidráulica típicos que se deben usar para trampas de grasa.*

Tiempo de retención (minutos)	Caudal de entrada (L/s)
3	2 – 9
4	10 – 19
5	20 o mas

*Nota:* (Gonzales, 2023).

### 2.2.8. Microorganismos eficaces

Según Higa, (2018) Se reconocen tres categorías de microorganismos coexistentes: los beneficiosos, que facilitan procesos regenerativos; los patógenos o deteriorativos, que informan los oportunistas, cuya actividad varía según el equilibrio microbiano del medio ambiente. Estos microorganismos están presentes de manera natural en diversas matrices, tales como el aire, agua y suelo y el tracto



gastrointestinal humano. Los microorganismos tanto beneficiosos como perjudiciales juegan roles esenciales, dado que los oportunistas tienden a adaptarse y seguir la dinámica predominante, ya sea regenerativa o degradativa. Además, el autor indica que los Microorganismos Eficientes (EM) constituyen un concentrado líquido formado principalmente por tres grupos microbianos.

El autor también señala que los Microorganismos Eficientes (EM) fueron inicialmente diseñados para el mejoramiento y optimizar el manejo de residuos agropecuarios. No obstante, en la actualidad se ha buscado expandir su aplicación al tratamiento de aguas, evaluando su eficacia en este nuevo campo.

Esta tecnología presenta diversas aplicaciones: en agricultura, funciona como estimulante del crecimiento vegetal y como agente inhibidor de fitopatógenos; en ganadería, ayuda a disminuir trastornos digestivos en rumiantes, Como el meteorismo; en instalaciones lecheras y avícolas, contribuye a controlar la proliferación de moscas y a neutralizar olores desagradables; y en el ámbito ambiental.

Adicionalmente, los Microorganismos Eficientes (EM) cuentan con aplicaciones domésticas, tales como el control de insectos, principalmente moscas, y la neutralización de olores desagradables en ambientes interiores. A nivel internacional, se están desarrollando investigaciones para analizar el posible efecto antioxidante y los beneficios asociados para la salud humana, según reportes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)(Borrovic, 2022).

### **2.2.8.1. Composición de microorganismos**

Diversas investigaciones han evidenciado que la aplicación de los microorganismos eficientes para el tratamiento mediante sistemas de lodos activados favorece la reducción del consumo de oxígeno disuelto, así como la



disminución de la obtención de lodos residuales y la emisión de los olores desagradables.

Los resultados evidenciaron una disminución significativa en los parámetros evaluados, confirmando además la eficacia de los Microorganismos Eficientes (ME) en la mitigación de olores y en la reducción de la producción de lodos durante el proceso de tratamiento de aguas residuales (Beltrán, 2018).

Según Borrovic (2022), Estos microorganismos poseen la capacidad de sintetizar ácidos orgánicos, aminoácidos y compuestos bioactivos, incluyendo vitaminas, azúcares homonomas, que sirven como sustratos para otros microorganismos heterótrofos, favoreciendo así el incremento de sus reproducciones *Rhodopseudomonas palustris* presentes en el suelo y cuerpos de agua, se destaca por su metabolismo altamente versátil, el cual le permite degradar y reciclar una amplia gama de compuestos aromáticos, Esto incluye diversos tipos de compuestos bencénicos presentes en el petróleo, así como lignina y sus derivados. Por consiguiente, *Rhodopseudomonas palustris* realiza un papel crucial en la gestión y reciclaje de los compuestos carbonados en el medio ambiente.

Según Romero (2020), Además de su capacidad para fijar dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y convertirlo en biomasa celular, también puede reducir nitrógeno molecular ( $\text{N}_2$ ) a amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y producir gas hidrógeno ( $\text{H}_2$ ). Este microorganismo es capaz de crecer bajo condiciones tanto aeróbicas como anaeróbicas; en ausencia de oxígeno, emplea la luz como Nota principal de energía a través de la fotosíntesis para incrementar su biomasa y captar  $\text{CO}_2$  Adicionalmente, puede metabolizar compuestos carbonados tanto tóxicos como no tóxicos en presencia de oxígeno, llevando a cabo procesos respiratorios que favorecen su crecimiento. El crecimiento óptimo de este microorganismo se presenta a temperaturas entre 30



y 37 °C y a un pH cercano a 6.9, con un rango tolerable de 5.5 a 8.5. Su capacidad para adaptarse a diversas rutas metabólicas le permite ajustarse según las condiciones ambientales y sus requerimientos fisiológicos.

### **2.2.9. Componentes de microorganismos eficaces**

La diversidad microbiana presente en los Microorganismos Eficaces (EM) permite llevar una descomposición eficiente y saludable. Las principales funciones de los grupos microbianos que constituyen los Microorganismos Eficaces incluyen a las bacterias fotosintéticas, bacterias lácticas y levaduras, las cuales presentan las siguientes características (BID,2018).

- a) **Bacterias fotosintéticas:** Estas bacterias emplean la energía solar para realizar la fotosíntesis, aunque también son calificados para la utilización de Notas energéticas, como el calor proveniente del suelo. Su función principal consiste en favorecer la síntesis de compuestos beneficiosos para la materia orgánica, así como en la neutralización de gases nocivos, tales como el sulfuro de hidrógeno. Entre las especies representativas de este grupo se encuentran *Rhodopseudomonas palustris* y *Rhodobacter lactis* (Beltrán, 2018).

Estas bacterias generan ácidos orgánicos y aminoácidos y compuestos bioactivos, incluyendo azúcares, hormonas y vitaminas, que sirven como sustratos para otros microorganismos heterótrofos, facilitando así su proliferación. Este microorganismo puede desarrollarse en condiciones tanto aeróbicas como anaeróbicas; exclusivamente a partir de la luz mediante procesos fotosintéticos, Aumenta su biomasa mediante la absorción de CO<sub>2</sub>, aunque también es capaz de desarrollarse a través de la degradación de compuestos carbonados, tanto tóxicos como no tóxicos, realizando procesos



respiratorios en presencia de oxígeno. Este microorganismo posee la capacidad de desarrollarse en ambientes tanto anaeróbicos como aeróbicos. En condiciones anaeróbicas, lo que le permite crecer y aumentar su biomasa a través de la fijación de CO<sub>2</sub>. Asimismo, en condiciones aeróbicas, puede metabolizar compuestos carbonados, tanto tóxicos como no tóxicos, mediante procesos respiratorios que favorecen su desarrollo. El crecimiento óptimo de estas bacterias fototróficas ocurre a temperaturas entre 30 y 37 °C y a un pH aproximado de 6.9, tolerando un rango que va de 5.5 a 8.5. Se trata de un grupo microbiano independiente y autosuficiente en términos metabólicos.

- b) **Bacterias Acido Lacticas:**. Estas bacterias cumplen un papel esencial. Además, son responsables de conducir los procesos fermentativos esenciales en dichos ambientes (Janampa, 2020).

Para favorecer el desarrollo y la proliferación óptima de las bacterias, es necesario mantener una temperatura constante entre 30 y 37 °C, utilizando una incubadora controlada, durante un periodo máximo de cinco días. En el motocultivo de Microorganismos Eficientes (EM), las bacterias ácido-lácticas representan el grupo predominante, por lo que la incubación debe realizarse preferentemente en una atmósfera que contenga aproximadamente un 5% de CO<sub>2</sub>. Generalmente, el crecimiento de estas bacterias se logra mediante una incubación de 3 días a 37 °C o hasta 5 días a 30 °C, debido a su tasa de crecimiento relativamente lenta, la cual está directamente influenciada por la temperatura.

- c) **Levaduras:** Las levaduras emplean un papel activo en la producción de compuestos antimicrobianos, aminoácidos y azúcares simples, los cuales

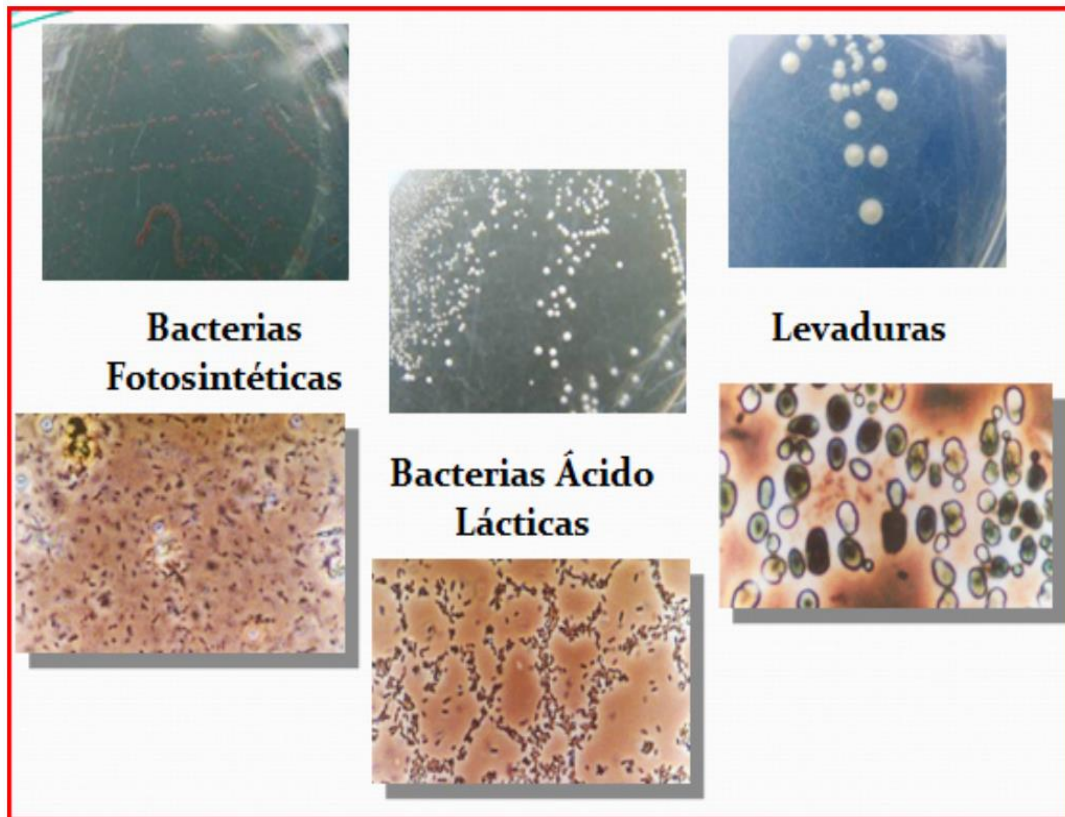


son utilizados por las bacterias fotosintéticas presentes en la comunidad microbiana. Estos metabolitos favorecen el desarrollo vegetal, especialmente al estimular el crecimiento y la proliferación de las raíces.. Asimismo, las secreciones de las levaduras sirven como sustratos metabólicos para otros microorganismos beneficiosos, como las bacterias ácido-lácticas y los actinomicetos, potenciando la interacción sinérgica dentro del entorno rizosférico..Un incremento excesivo de la temperatura puede inhibir negativamente el crecimiento y desarrollo de las levaduras. Numerosos estudios señalan que la temperatura óptima para el crecimiento de las levaduras se encuentra cerca de los 28.5 °C, lo que favorece un rendimiento máximo en la síntesis de compuestos beneficiosos dentro del consorcio de Microorganismos Eficientes (EM).(Moreno, 2021).

Para el adecuado desarrollo de las levaduras en condiciones anaeróbicas y aeróbicas, es esencial mantener el pH del medio dentro del rango de 2.5 a 5.5. Dentro del consorcio de Microorganismos Eficientes (EM), se encuentran especies de levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, así como hongos filamentosos tales como *Aspergillus oryzae* y *Mucor hiemalis*. Estos microorganismos juegan un papel crucial en la dinámica microbiana al producir compuestos antimicrobianos. Adicionalmente, estos microorganismos sintetizan compuestos bioactivos, incluyendo hormonas y enzimas, que facilitan tanto el crecimiento vegetal como el suministro de sustratos metabólicos para otros miembros del consorcio, en particular las bacterias ácido-lácticas.

**Figura 3**

*Los tres grupos de microorganismos eficaces de EM.*



*Nota: (Gonzales, 2023).*

### **2.2.10. Efectos de los microorganismos eficaces**

A continuación, se enumeran algunos de los principales efectos beneficiosos asociados al empleo del EM.

- Trata aguas residuales.
- Mejoramiento de la calidad de los resultados orgánicos
- Las bajas concentraciones de la DBO y DQO.
- Las mejores propiedades químicas, biológicas y físicas del agua.
- La reducción de los inadecuados olores por ende disminuye el empleo de los desinfectantes.

Los efectos positivos asociados a la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) para el tratamiento de estas aguas que comprenden la disminución de olores

desagradables, la optimización del proceso de digestión biológica de los lodos, la mejora en la viabilidad para la reutilización de los lodos estabilizados. Estos beneficios favorecen una gestión más eficiente, sostenible y ambientalmente amigable.

### **2.2.11. Legislación para el tratamiento de aguas residuales**

De acuerdo a los VMA para la descarga de Notas como aguas residuales de manera no domestica a la disposición y sistema de alcantarillado sanitario establecidos en el decreto supremo N°010 – 2019 vivienda. Superar estos límites, especificados en los Anexos N° 1 y N° 2, puede provocar daños inmediatos o progresivos al establecimiento sanitario y a los procedimientos de tratamiento de estas aguas residuales, así como afectar adversamente la eficiencia de dichos procesos.

El propósito de este reglamento es salvaguardar los establecimientos, instalaciones, equipos sanitarios, además de fomentar el tratamiento adecuado para estas aguas y su disposición final o de otra forma su reutilización así mismo garantizando la sostenibilidad.

#### **Tabla 4**

Valores máximos admisibles para usuarios no domésticos.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Simbología</b>	<b>VMA*</b>
Demanda bioquímica de oxígeno	Mg/L	DBO <sub>5</sub>	500
Demanda Química de Oxígeno	Mg/L	DQO	1000
Solidos suspendidos totales	Mg/L	SST	500
Aceites y grasas	Mg/L	A y G	100

*Nota:* (D.S. N°010-2019-vivienda).



### 2.3. Marco conceptual

**Afluente:** Se entiende por fluido, ya sea un líquido o agua aquel que es incorporado a un reservorio para un proceso de tratamiento de este efluente.

**Efluente:** En el ámbito industrial, se define como efluente al fluido residual generado y descargado por una instalación industrial como resultado de sus procesos productivos.

**Trampa de grasas:** Son unidades de tratamiento primario diseñadas para retener y separar grasas y aceites generados en actividades industriales o comerciales, evitando su descarga directa.

**Proceso de desaceitado/desengrasado:** El procedimiento de desengrasado la cual consiste en conducir el agua residual mediante cámaras o depósitos diseñados para la disminución de las velocidades del flujo facilitando así la sedimentación de sólidos pesados como arenas, en el fondo, mientras que los aceites y grasas ascienden a la superficie para su remoción posterior.

**DBO:** Es la cantidad de oxígeno disuelto que los microorganismos necesitan para estabilizar la materia orgánica presente en una muestra, bajo condiciones controladas de tiempo y temperatura, generalmente cinco días a 20 °C

**DQO:** Representa la cantidad de oxígeno necesaria para llevar a cabo la oxidación química de la materia orgánica contenida en el agua residual, utilizando como agentes oxidantes compuestos inorgánicos como el permanganato o el dicromato de potasio.

**Sólidos suspendidos totales:** El contenido de los SST constituye un indicador fundamental para la evaluación de la condición del agua y el desempeño del procedimiento. Este parámetro mide la concentración de sólidos suspendidos



en el agua, los cuales pueden ser eliminados mediante técnicas mecánicas tales como filtración al vacío o centrifugación.

**Sólidos disueltos totales:** Esta medición cuantifica la concentración total de compuestos inorgánicos y orgánicos en un líquido, ya sea en estado molecular, iónico o las partículas en suspensión microgranular.

**Determinación de grasas y aceites:** La medición de grasas y aceites no se enfoca en sustancias individuales, sino que considera grupos de compuestos con propiedades físicas semejantes, principalmente definidas por su capacidad de disolverse en un solvente específico. Por lo tanto, el término "grasas y aceites" engloba cualquier material que pueda ser extraído en forma soluble utilizando el solvente correspondiente.



## CAPITULO III

### METODÓLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

##### 3.1.1. Método cuantitativo

Este tipo de razonamiento implica partir de premisas generales para llegar a interpretaciones o conclusiones aplicables a situaciones específicas. El método comienza con el estudio de postulados, teoremas, leyes y principios de alcance universal y validez comprobada, que posteriormente se emplean para resolver problemas o interpretar situaciones específicas (Bernal Torres, 2018).

##### 3.1.2. Nivel de investigación explicativo

La investigación se clasificó como explicativa, dado que su propósito es indagar las razones detrás de los hechos a través del análisis de las relaciones causales. En este contexto como en analizar los efectos, generalmente a través de investigaciones experimentales que implican la formulación y verificación de hipótesis (Fidias, 2012).

Su finalidad es analizar e identificar los orígenes subyacentes de sucesos o anomalías, de manera social o física. Su enfoque es comprender la ocurrencia de un evento en qué condiciones se manifestará y como se vinculan entre sí y las demás variables involucradas

### 3.1.3. Tipo de investigación transversal

Para Hernández (2014), Su propósito es determinar la relación o el nivel de asociación existente entre dos variables dentro de un contexto determinado

### 3.1.4. Diseño de investigación experimental

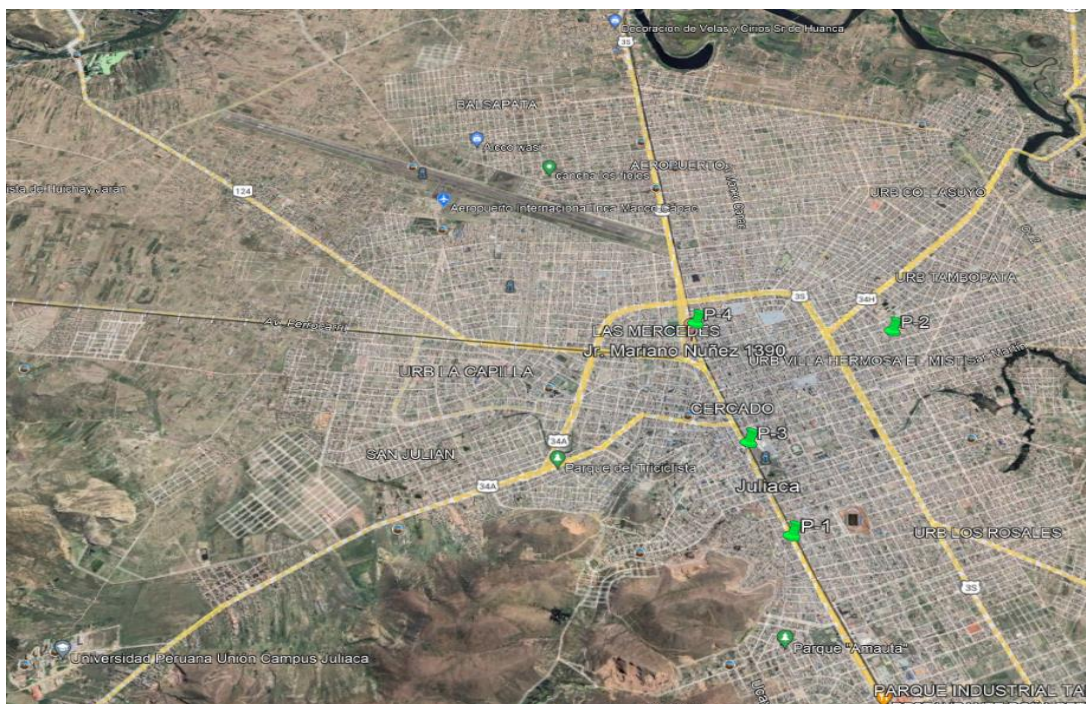
La investigación experimental consiste en diseñar un estudio en el que un grupo de sujetos u objetos es sometido a determinadas condiciones o tratamiento (variables independientes), con la finalidad de analizar y observar los efectos o respuestas generales de las variables dependientes

## 3.2. Descripción del ámbito de la investigación

El área de estudio se ubicará en la ciudad de Moho, cuyos puntos geográficos se encuentran en las coordenadas UTM Este 447,594.00 y Norte 8,300,705.00.

### Figura 4

*Ubicación y localización del área de estudio de investigación.*



Nota. Google Earth.



### 3.3. Población y Muestra

#### 3.3.1. Población

La población del estudio está constituida por las descargas de efluentes generadas por los restaurantes ubicados en la ciudad de Juliaca.

#### 3.3.2. Muestra

La muestra estará conformada por 4 puntos de muestreo que consistirán en lo siguiente.

**Tabla 5**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Descripción del punto de muestreo	Coordenadas	Dispositivos
Jr. Los Cerezos 679	378972.90 – 8285474.98	1 dispositivos
Jr. Lambayeque 1481	379905.71 – 8287650.09	1 dispositivo
Jr. Loreto 129 Cercado	378652.38 – 8286416.52	1 dispositivo
Jr. Mariano Núñez 1390	378222.17 – 8287728.41	1 dispositivo

### 3.4. Técnicas para la recolección de datos e instrumentos

Las principales técnicas utilizadas para la recopilación de información en la presente investigación son la observación directa, mediante recorridos realizados en la zona de estudio, y la revisión bibliográfica, que incluye el análisis de tesis, artículos científicos, libros, sitios web y otras Notas documentales relevantes.



### 3.5. Procedimiento metodológico

#### 1. Para el objetivo N° 01. Analizar la concentración de DBO5, DQO, SST, aceites y grasas de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.

De acuerdo con lo establecido en el *"Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales"* (MVCS, 2014), Su finalidad es analizar e identificar las causas subyacentes de sucesos tanto sociales como físicos. Se orienta al análisis de las causas subyacentes de un fenómeno, las condiciones contextuales que permiten su manifestación y la interrelación existente entre dos o más variables implicadas en su desarrollo. Corresponde a la medida de concentración de sustancias, compuestos o parámetros fisicoquímicos que describen las características de un efluente no doméstico, con el propósito de evaluar su aptitud para ser vertido en el sistema de alcantarillado sanitario. En situaciones donde se superen los límites normativos establecidos, será necesario aplicar las acciones correctivas correspondientes, de acuerdo con los procedimientos previamente establecidos en el marco regulatorio vigente.

##### a. Determinación de pH

Realizar el control del pH mediante el uso de un potenciómetro, asegurando una medición precisa. Previamente, el equipo debe ser calibrado utilizando una solución buffer con valor de pH conocido.

##### b. Determinación de temperatura

Para la evaluación del parámetro temperatura se requiere el uso de un termómetro, ya sea convencional o digital, el cual debe ser estabilizado antes de realizar la lectura, asegurando así la obtención de un valor representativo.



**c. Determinación de sólidos totales suspendidos**

Análisis del parámetro sólidos totales (ST) se realiza a través de un método gravimétrico, que permite cuantificar con precisión los distintos materiales sólidos presentes en la muestra, proporcionando un valor absoluto de su concentración.

**d. Determinación de DBO5**

La determinación de este indicador se efectúa a través del consumo de oxígeno disuelto, generado por la oxidación bioquímica de la materia orgánica presente en la muestra.

**e. Determinación de DQO**

Se requiere la aplicación del método de reflujó en sistema cerrado para la determinación y cuantificación de la materia susceptible de oxidación química presente en aguas residuales de origen doméstico.

**f. Determinación de aceites y grasas**

La determinación de la concentración de aceites y grasas en aguas residuales se realiza mediante un método combinado que integra la técnica de partición con un análisis gravimétrico para su cuantificación.

**Tabla 6**

Parámetros de los valores máximos admisibles según la norma.

Parámetro	Unidad	Simbología	VMA*
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	DQO	1000
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SST	500
Aceites y grasas	mg/L	A y G	100

Nota. DS. N°010-2019 – Vivienda.



**2. Para el objetivo N° 02. Se realizó la determinación de la dosis optima de microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.**

**Para la activación de los microorganismos eficaces**

- a. **Agua natural:** Se utilizará agua libre de cloro.
- b. **Acondicionamiento:** Dado que los microorganismos se reproducen con mayor rapidez a temperaturas moderadamente elevadas, el agua libre de cloro será acondicionada a 25 °C para favorecer su desarrollo.
- c. **Mezclado:** Después de preparar 18 litros de agua libre de cloro, se incorpora 1 litro de melaza y 1 litro de solución EM, procediendo a agitar la mezcla hasta lograr su completa homogeneización.
- d. **Envasado:** El envase empleado será una botella de plástico de 2 litros provista de un cierre hermético para garantizar la conservación adecuada del contenido.
- e. **Fermentación:** La reproducción de los microorganismos se llevará a cabo en condiciones anaeróbicas, manteniendo una temperatura constante de 25 °C durante un periodo de 7 días.
- f. **Extracción de aire:** A partir del tercer día, se permite la liberación controlada de aire, manteniendo la tapa ligeramente entreabierta para favorecer el intercambio gaseoso.
- g. **Microorganismos Eficaces:** Al concluir los 7 días, se evaluará la calidad del producto verificando que el pH se encuentre en un rango de 3.2 a 3.8.
- h. **Inoculación:** Constituye de la aplicación de dosis de microorganismos eficaces, cada una con tres repeticiones por tratamiento. Al inicio del

tratamiento consistirá en la inoculación del 5 % de EM, el segundo en el 10 % y el tercero en el 15 %, garantizando así tres repeticiones para cada tratamiento.

- i. **Monitoreo:** El ensayo de la muestra se realizara a los 15, 30 y 45, días permitiendo analizar las muestras obtenidas correspondientes a cada periodo tras la aplicación del tratamiento con EM.

**Tabla 7**

*Parámetros de estudio con la aplicación de dosis de EM.*

Parámetros	Dosis
pH, temperatura, DBO5, DQO, SST, aceites y grasas.	5 %
pH, temperatura, DBO5, DQO, SST, aceites y grasas.	10 %
pH, temperatura, DBO5, DQO, SST, aceites y grasas.	15 %

**Figura 5**

*Esquema de dosis de EM con tres tratamientos.*

PARÁMETROS	1° VASO	2° VASO	3° VASO
pH	Constante	Constante	Constante
Dosis (mg/L)	A	B	C
Concentración (%)	Constante	Constante	Constante

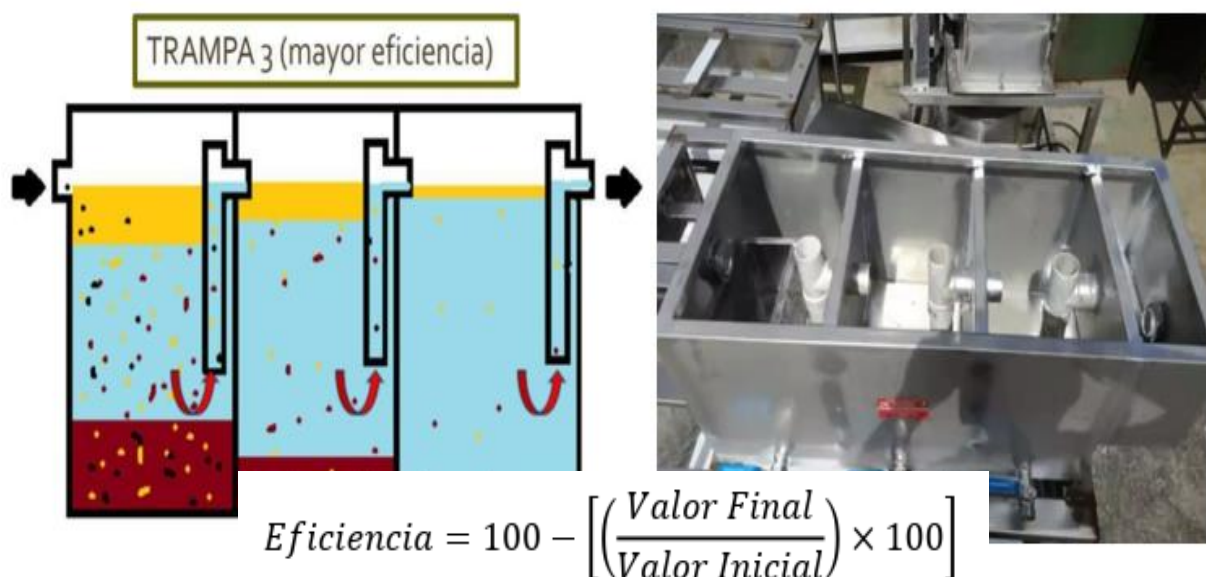
3. Para el objetivo N° 03. Se determino la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes respecto a la disminución del DBO5, DQO, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.

Una vez incorporados los datos correspondientes a los parámetros mencionados previamente, se procederá a evaluar la eficiencia de remoción de las variables dependientes (pH, temperatura, DQO, SST, DBO, aceites y grasas), con la finalidad de determinar el comportamiento de los indicadores que se definen como la calidad del agua de tipo residual. Se compararán los valores que se obtienen tras la aplicación de cada uno de los tratamientos y concentraciones iniciales en presencia del agua residual doméstica. De esta forma, se calculará la aplicación del EM a partir de los resultados del laboratorio de los indicadores evaluados.

Asimismo, se evaluará la eficiencia del interceptor hidromecánico de grasas, el cual será diseñado conforme a las especificaciones que se detallan a continuación.

**Figura 6**

*Dispositivo – interceptor de grasa hidromecánico*





## 4. Materiales y Equipos

**Tabla 8**

*Parámetros de estudio con la aplicación de dosis de EM.*

<b>Equipos y materiales de laboratorio</b>	<b>Equipos y materiales de la toma de muestra</b>
Prueba de jarras	
<u>Ph</u> -metro	<u>Gps</u>
Termómetro	Frasco 02 unidades de
Turbidímetro	Recipiente de polipropileno de 20L
Balanza analítica	cada uno
Vasos precipitados	Rótulos y marcador
Probeta milimétrica	Ficha de datos
Pipetas mortero con pistilo	Frasco de polietileno
Licuada	<u>Cooler</u>
Baqueta	



3.7. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA											
"EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE AFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA"											
PROBLEMAS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍNDICE	TIPO DE INVESTIGACION	DISEÑO DE INVESTIGACION	MEDIOS DE VERIFICACION		
¿Cuál es la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?	Evaluar la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.	Existe eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca	Variable Dependiente Tratamiento de efluentes	Parametros fisicos	SST	mg/L	Tipo de investigacion Transversal	Diseño experimental	Análisis estadístico  Análisis de laboratorio		
					Temperatura	mg/L					
					PH	mg/L					
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivo específicos</b>					Parametros Quimicos				DBO	mg/L
¿Cuál es la concentración DBO5, DQO, SST, aceites y grasas de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?	Analizar la concentración DBO5, DQO, SST, aceites y grasas de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.									DQO	mg/L
										Aceites y Grasas	mg/L
¿Cuál será la dosis optima y tiempo de retención de microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?	Determinar la dosis optima y tiempo de retención de microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca		Variable Independiente: Eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes	Dosis de EM	5, 10 y 15	%					
¿Cuál es la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes respecto a la disminución del DBO5, DQO, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?	Determinar la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes respecto a la disminución del DBO5, DQO, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.			Tiempo	10,20,30 y 45	DIAS					



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados:

##### 4.1.1. Los resultados del primer objetivo.

Se realizaron los análisis de concentración de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST y aceites y grasas en los efluentes procedentes de restaurantes de la ciudad de Juliaca, siguiendo los protocolos establecidos.

#### Tabla 9

*Resultados del análisis de laboratorio para el punto de muestreo N°01 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca.*

Parámetros	Und	Muestra del punto de muestreo N°01	VMA DS. N°010-2019 - vivienda
DQO	(mg/L)	1824	500
DBO <sub>5</sub>	(mg/L)	1350	1000
SST	(mg/L)	620	500
ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	267.8	100

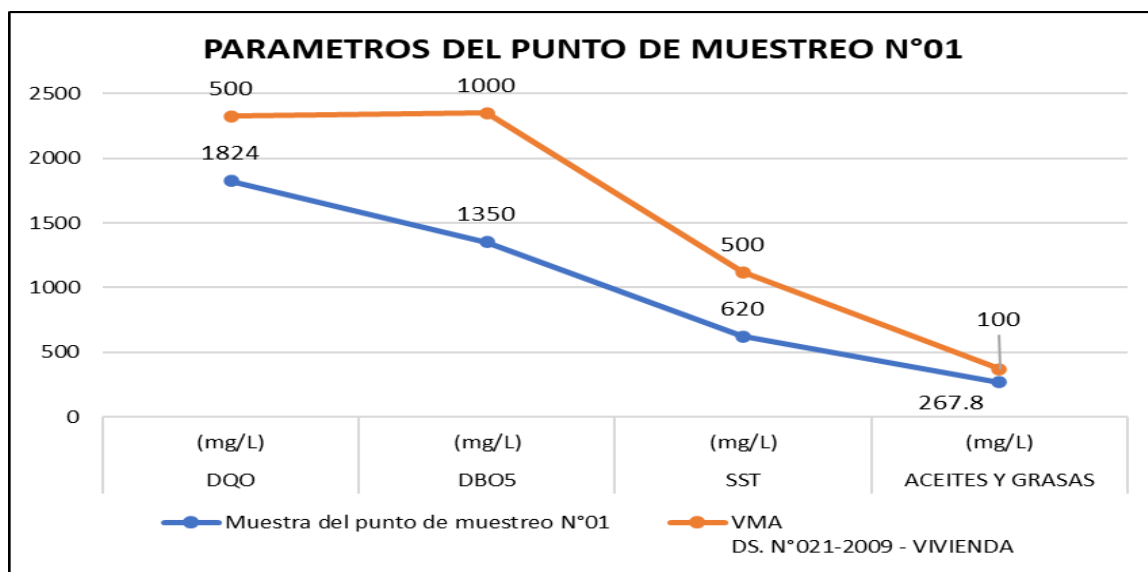
*Nota:* Laboratorio de calidad ambiental UANCV.

El desarrollo de los resultados donde la concentración inicial en el punto de muestreo N°01, correspondiente a efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca, mostraron los siguientes resultados: DBO con 1824 mg/L,

excediendo el límite máximo permitido de 500 mg/L según la normativa; DBO<sub>5</sub> con 1350 mg/L, superando el valor normativo de 1000 mg/L; (SST) con 620 mg/L, por encima del límite de 500 mg/L; grasas y aceites con una concentración de 267.8 mg/L, sobrepasando el máximo permitido de 100 mg/L. Estos resultados superan los VMA establecido en el D.S. N° 010-2019 VIVIENDA.

**Figura 7**

*Valores de la concentración de inicial de los parámetros del punto de N°01 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca.*



**Tabla 10**

*Resultados del análisis de laboratorio para el punto de muestreo N°02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca.*

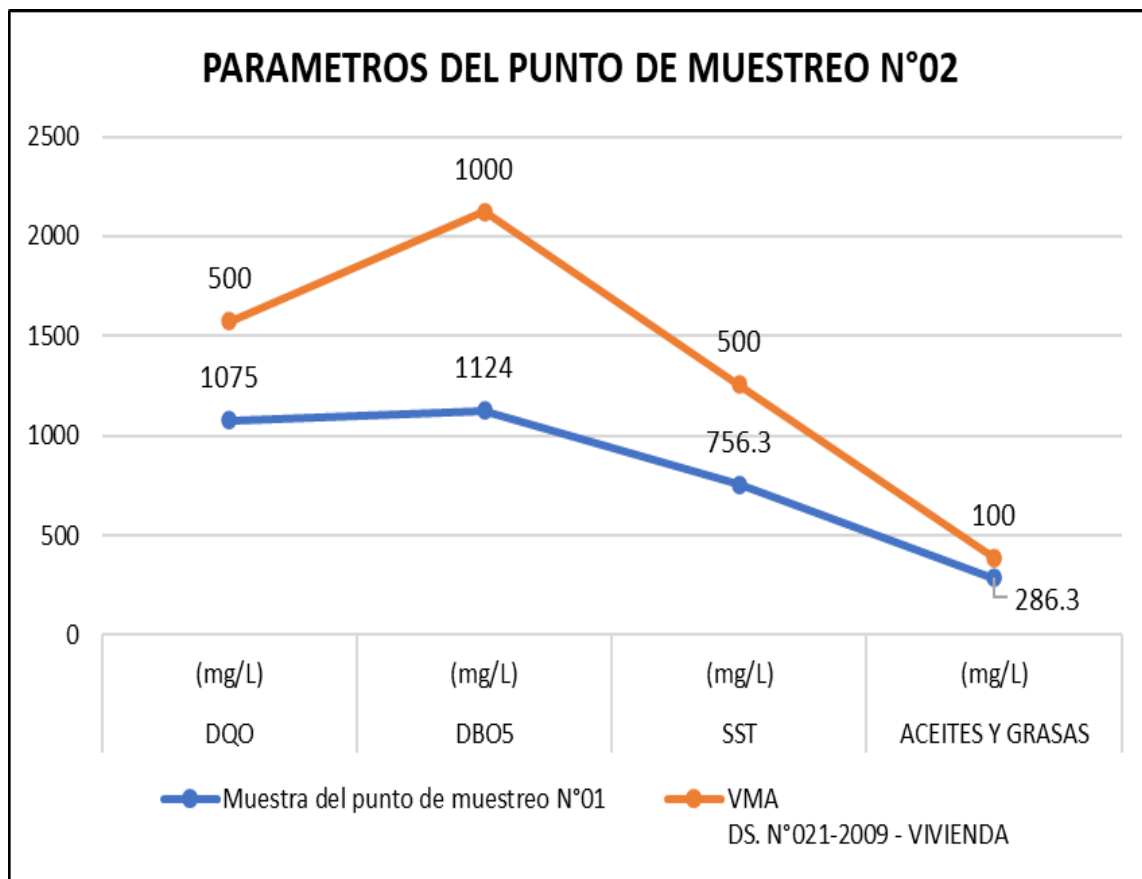
Parámetros	Und	Muestra del punto de muestreo N°02	VMA D.S. N°010-2019 - vivienda
DQO	mg/L	1075	500
DBO <sub>5</sub>	mg/L	1124	1000
SST	mg/L	756.3	500
ACEITES Y GRASAS	mg/L	286.3	100

*Nota:* Laboratorio de calidad ambiental UANCV.

Se desarrollo los resultados iniciales del punto de muestreo N°02, correspondiente a efluentes provenientes de restaurantes en la ciudad de Juliaca, registraron los siguientes valores: DBO con 1075 mg/L, superando el límite máximo permitido de 500 mg/L según la norma; DBO<sub>5</sub> con 1124 mg/L, excediendo el valor normativo de 1000 mg/L; (SST) con 756.3 mg/L, sobrepasando el límite de 500 mg/L; y aceites y grasas con una concentración de 286.3 mg/L, rebasando el máximo permitido de 100 mg/L. Estos valores exceden los VMA conforme al DS. N° 010 – 2019 vivienda.

### Figura 8

Valores de la concentración de inicial de los parámetros del punto de N°02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca.



**Tabla 11**

*Resultados del análisis de laboratorio para el punto de muestreo N°03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca.*

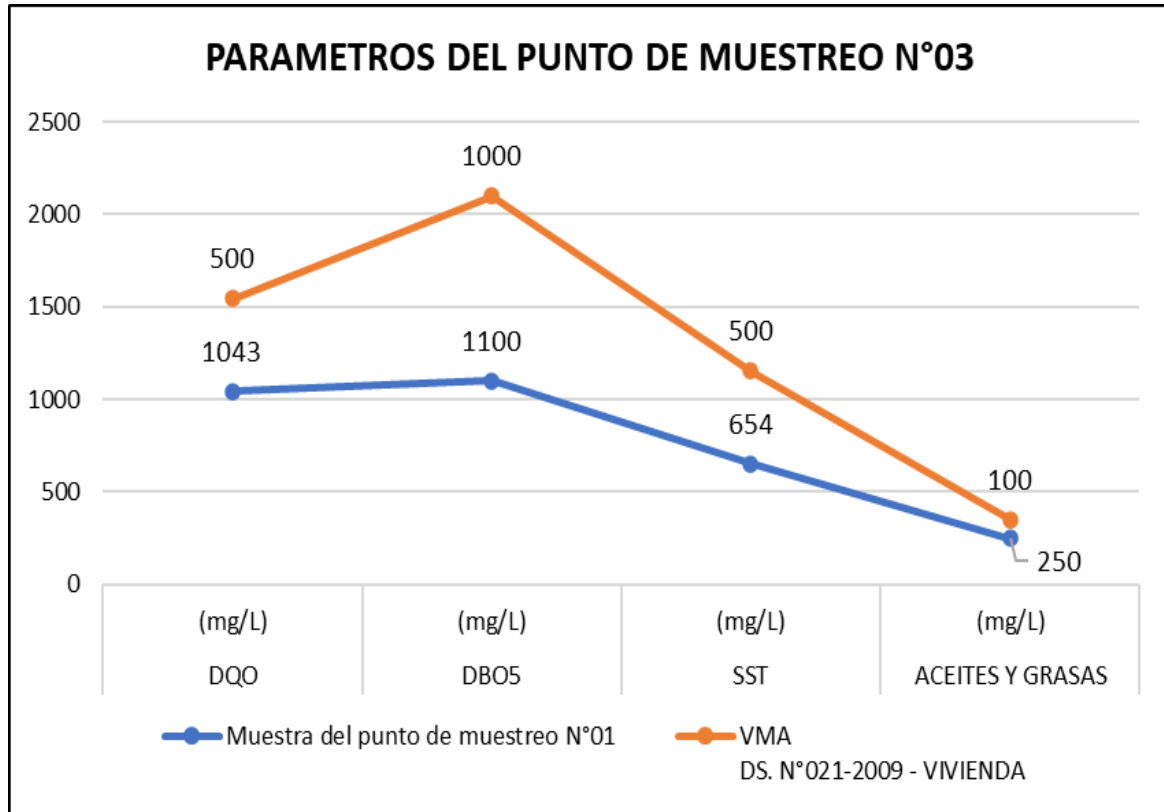
<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>Muestra del punto de muestreo N°03</b>	<b>VMA DS. N°010-2019 - vivienda</b>
DQO	mg/L	1043	500
DBO <sub>5</sub>	mg/L	1100	1000
SST	mg/L	654	500
ACEITES Y GRASAS	mg/L	250	100

*Nota:* Laboratorio de calidad ambiental UANCV.

Se desarrollo los resultados del punto de muestreo N°03, correspondiente a efluentes generados por restaurantes de Juliaca, indican las siguientes concentraciones: DBO de 1043 mg/L, superando el límite máximo establecido de 500 mg/L; DBO<sub>5</sub> con 1100 mg/L, por encima del valor permitido de 1000 mg/L; (SST) con 654 mg/L, excediendo el límite normativo de 500 mg/L; y aceites y grasas con una concentración de 250 mg/L, rebasando el valor máximo admisible de 100 mg/L. Todos estos parámetros superan los VMA estipulados DS. N° 010 – 2019 Vivienda.

**Figura 9**

Valores de la concentración de inicial de los parámetros del punto de N°03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca.



**Tabla 12**

Resultados del análisis de laboratorio para el punto de muestreo N°04 ubicado en el Jr. Mariano Núñez 1390 de la ciudad de Juliaca.

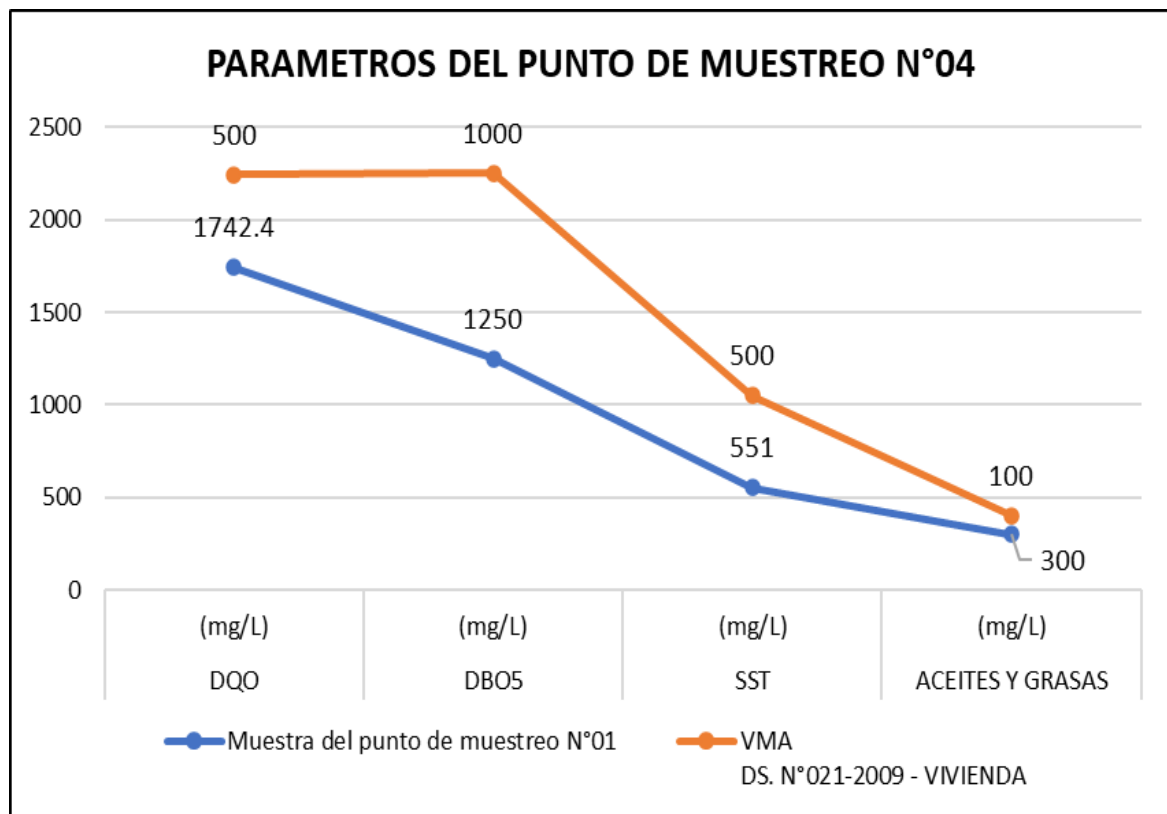
Parámetros	Und	Muestra del punto de muestreo N°04	VMA DS. N°010-2019 - vivienda
DQO	mg/L	1742.4	500
DBO5	mg/L	1250	1000
SST	mg/L	551	500
ACEITES Y GRASAS	mg/L	300	100

Nota: Laboratorio de calidad ambiental UANCV.

Los resultados correspondientes al punto de muestreo N°04, provenientes de efluentes generados por restaurantes de la ciudad de Juliaca, arrojaron las siguientes concentraciones: DBO de 1742.4 mg/L, superando ampliamente el límite permitido de 500 mg/L según la normativa; DBO<sub>5</sub> con 1250 mg/L, por encima del valor máximo admisible de 1000 mg/L; sólidos suspendidos totales (SST) con 551 mg/L, excediendo el límite de 500 mg/L; y aceites y grasas con una concentración de 300 mg/L, sobrepasando el valor permitido de 100 mg/L. Todos estos parámetros están por encima de los VMA establecidos en el DS. N° 010 – 2019 vivienda.

**Figura 10**

*Valores de la concentración de inicial de los parámetros del punto de N°04 ubicado en el Jr. Mariano Núñez 1390 de la ciudad de Juliaca.*



#### 4.1.2. Los resultados del segundo objetivo.

Para la determinación de la dosis óptima de microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.

Tabla 13.

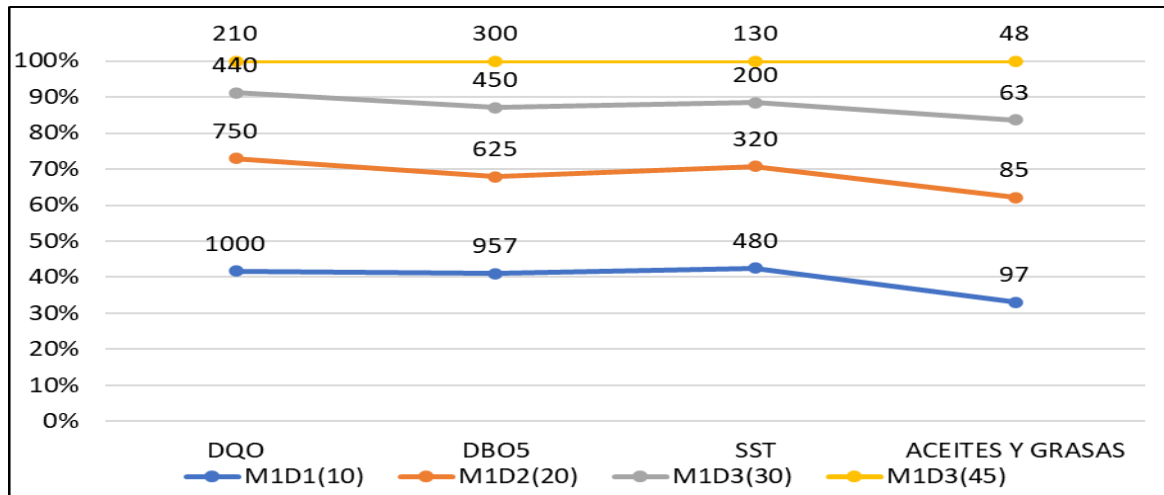
*Dosis óptima del 15 % con EM para el tratamiento en el dispositivo N° 01 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca.*

N°	Parámetros	Muestra	M1D1(10)	M1D2(20)	M1D3(30)	M1D4(45)
		inicial				
1	DQO	1824	1000	750	440	210
2	DBO <sub>5</sub>	1350	957	625	450	300
3	SST	620	480	410	380	250
4	A y G	267.8	97	85	63	48

En la Tabla N.º 14 se observa una reducción significativa en los valores de los indicadores evaluados, correspondiente a la aplicación de una dosis del 15 % de Microorganismos Eficientes (EM). Este comportamiento es evidente a lo largo de los periodos de tratamiento de 10, 20, 30 y 45 días, siendo este último el que muestra los mejores resultados en la mayoría de los parámetros analizados. El valor inicial de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) fue de 1824 mg/L, reduciéndose a 210 mg/L tras el tratamiento. En el caso de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO<sub>5</sub>), se partió de 1350 mg/L y se logró una disminución a 300 mg/L. Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) también mostraron una notable reducción, bajando de 620 mg/L a 250 mg/L. Finalmente, el parámetro de aceites y grasas, cuyo valor inicial fue de 267.8 mg/L, descendió a 48 mg/L.

**Figura 11**

Gráfico de barras, dosis optima al 15% con EM para el dispositivo N°01 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca.



En la Gráfica N.º 08 se evidencia que la dosis óptima del 15 % de Microorganismos Eficientes (EM), correspondiente a una concentración de 15 mg/L, aplicada en el tratamiento de efluentes de restaurantes de la ciudad de Juliaca, permitió alcanzar una remoción significativa de los parámetros evaluados. A lo largo del periodo de tratamiento de 10, 20, 30 y 45 días, se observó que los mejores resultados se obtuvieron al día 45, logrando que los valores se ajusten a lo establecido por la norma.

**Tabla 14**

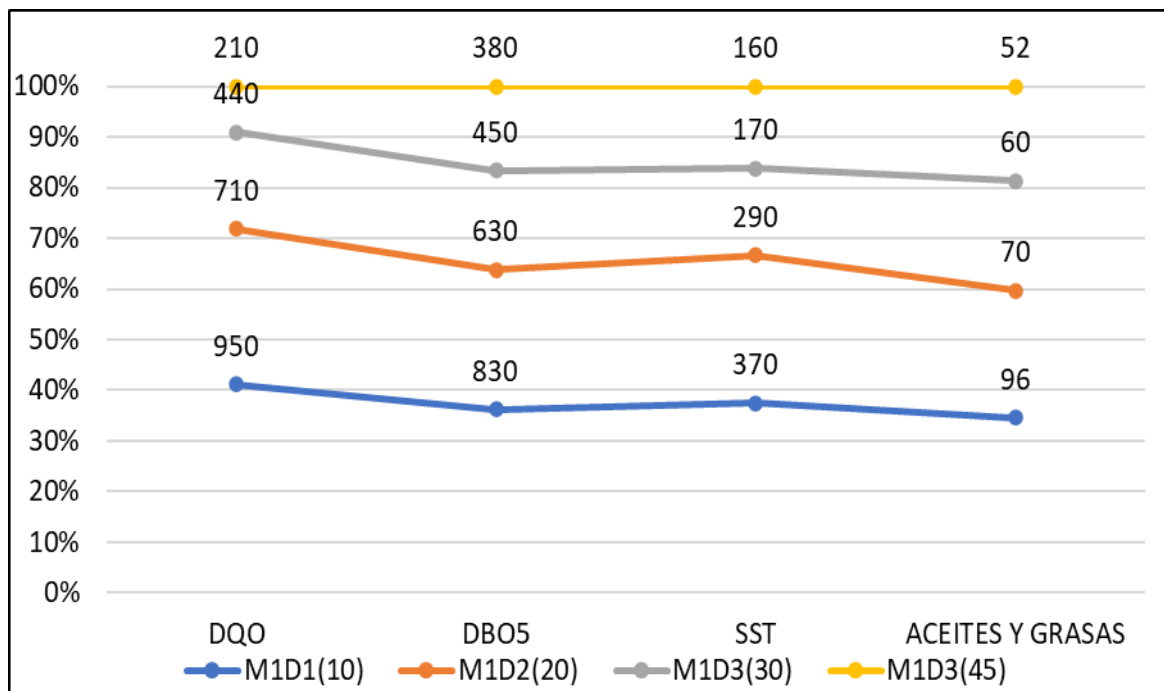
Dosis óptima para el tratamiento con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca.

N°	Parámetros	Muestra inicial	M1D1(10)	M1D2(20)	M1D3(30)	M1D4(45)
1	DQO	1075	950	710	440	210
2	DBO5	1124	830	630	450	380
3	SST	756.3	370	290	170	160
3	A y G	286.3	96	70	60	52

En la Tabla N.º 14 se presenta una disminución significativa en los valores de los parámetros evaluados, correspondiente al tratamiento con una dosis del 15 % de Microorganismos Eficientes (EM). Este comportamiento se evidencia en los diferentes tiempos de tratamiento (10, 20, 30 y 45 días), observándose que los mejores resultados se obtuvieron al día 45. El valor inicial de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) fue de 1075 mg/L, reduciéndose a 210 mg/L. En el caso de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días ( $DBO_5$ ), se partió de 1124 mg/L, alcanzando una concentración final de 380 mg/L. Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) pasaron de 756.3 mg/L a 160 mg/L, mientras que la concentración de aceites y grasas, inicialmente de 286.3 mg/L, se redujo a 52 mg/L. Estos resultados finales se encuentran dentro de los Valores Máximos Admisibles (VMA) establecidos por la norma.

### Figura 12

*Gráfico de barras, dosis optima de microorganismos eficientes para el dispositivo N° 02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca*





La Gráfica N.º 08 muestra que la aplicación de una dosis óptima del 15 % de Microorganismos Eficientes (EM) —equivalente a 15 mg/L— en el tratamiento de efluentes generados por restaurantes de la ciudad de Juliaca, permitió una reducción progresiva de los parámetros evaluados a lo largo de 10, 20, 30 y 45 días. Al finalizar el periodo de 45 días, se logró una remoción significativa de los contaminantes, cumpliendo con la norma.

**Tabla 15**

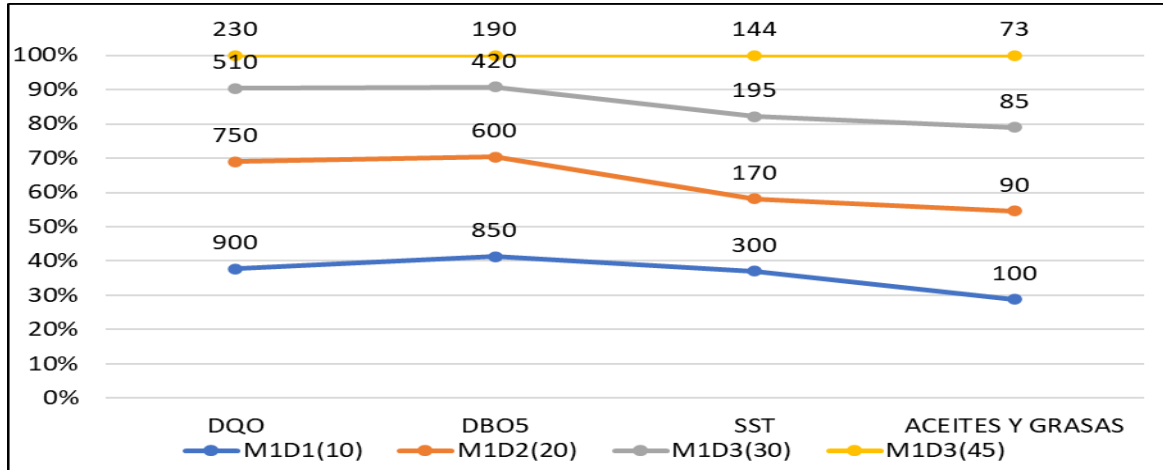
*Dosis óptima para el tratamiento con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca.*

N°	Parámetros	Muestra				
		inicial	M1D1(10)	M1D2(20)	M1D3(30)	M1D4(45)
1	DQO	1043	900	750	510	230
2	DBO5	1100	850	600	420	190
3	SST	654	300	170	195	144
3	A y G	250	100	90	85	73

En la Tabla N.º 14 se evidencia una disminución significativa en los valores de los parámetros analizados, correspondiente a la aplicación de una dosis del 15 % de Microorganismos Eficientes (EM). Este efecto se observa en los distintos tiempos de tratamiento (10, 20, 30 y 45 días), siendo el día 45 el que presenta los mejores resultados. La Demanda Química de Oxígeno (DQO), con un valor inicial de 1043 mg/L, se redujo a 230 mg/L tras el tratamiento. La Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO<sub>5</sub>) disminuyó de 1100 mg/L a 190 mg/L. Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) pasaron de 654 mg/L a 144 mg/L, mientras que los aceites y grasas, inicialmente de 250 mg/L, se redujeron a 73 mg/L. Estos valores finales se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma.

**Figura 13**

Gráfico de barras, dosis óptima de microorganismos eficientes para el dispositivo N° 03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca.



La Gráfica N.º 08 muestra que la aplicación de una dosis óptima del 15 % de Microorganismos Eficientes (EM), equivalente a 15 mg/L, en el tratamiento de efluentes generados por restaurantes de la ciudad de Juliaca, permitió observar una reducción progresiva de los parámetros contaminantes evaluados a lo largo de los periodos de 10, 20, 30 y 45 días. Al finalizar el tratamiento a los 45 días, se alcanzaron niveles que cumplen con la norma.

**Tabla 16**

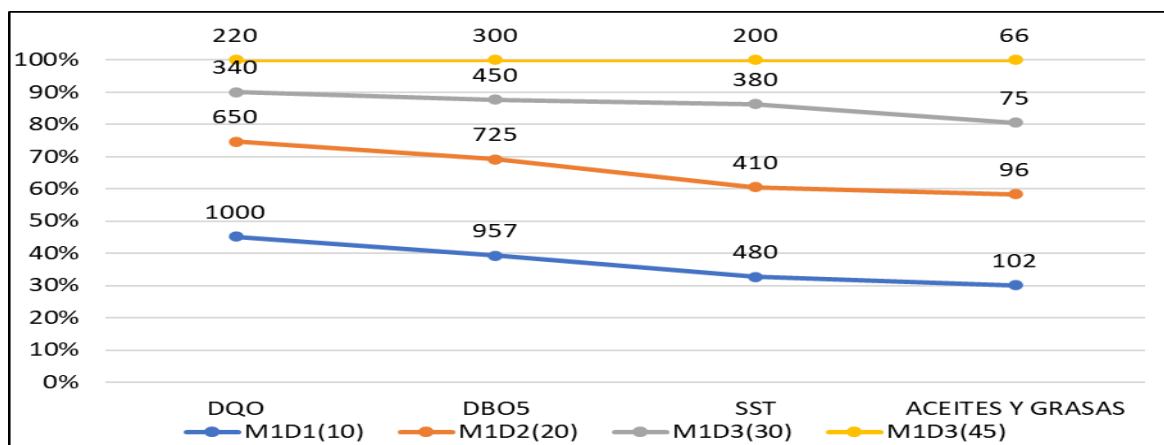
Dosis óptima para el tratamiento con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 04 ubicado en el Jr. Mariano Núñez 1390 de la ciudad de Juliaca.

N°	Parámetros	Muestra inicial	Muestra			
			M1D1(10)	M1D2(20)	M1D3(30)	M1D4(45)
1	DQO	1742.4	1000	650	510	230
2	DBO5	1250	957	725	420	190
3	SST	551	480	410	380	250
3	A y G	300	102	96	75	66

En la Tabla N.º 14 se evidencia una reducción significativa en los parámetros analizados al aplicar una dosis del 15 % de microorganismos eficientes, observándose una mejora progresiva a lo largo de los tratamientos realizados a los 10, 20, 30 y 45 días, con resultados óptimos al final del periodo. El valor inicial de la DQO fue de 1742.4 mg/L, registrándose una disminución de 230 mg/L tras el tratamiento. En cuanto a la DBO5, cuyo valor inicial fue de 11250 mg/L, se observó una reducción de 190 mg/L. Similarmente, los sólidos suspendidos totales descendieron desde 551 mg/L a 250 mg/L, y el parámetro de aceites y grasas se redujo de 300 mg/L a 66 mg/L. Estos resultados se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma.

### Figura 14

Gráfico de barras, dosis óptima de microorganismos eficientes para el dispositivo N° 03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca.



En la gráfica N°08 se evidencia que la dosis óptima del 15 % de microorganismos eficientes (EM) en el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes en la ciudad de Juliaca, con una concentración de 15 mg/L, permitió una significativa reducción de los parámetros analizados tras 10, 20, 30 y 45 días de tratamiento, alcanzando a los 45 días una remoción eficaz que cumple con los límites establecidos por la norma.

### 4.1.3. Los resultados del tercer objetivo.

Para la determinación de la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes respecto a la disminución del DBO, DQO5, SST y aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.

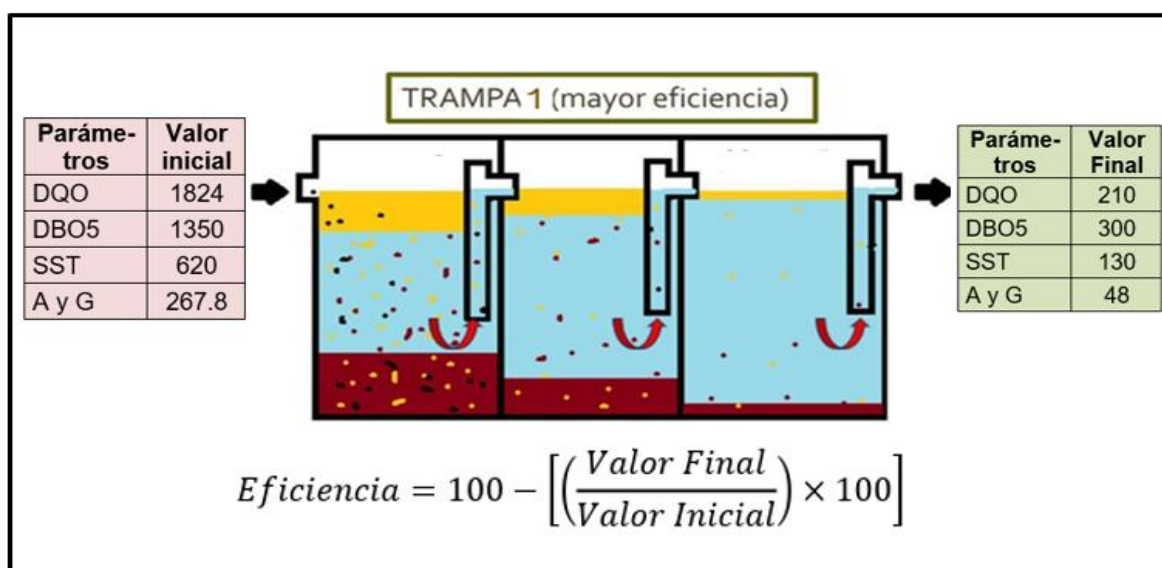
**Tabla 17**

*Porcentaje de eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 01 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca.*

Parámetros	Und	Valor inicial	Valor Final	Eficiencia %
DQO	mg/L	1824	210	88 %
DBO5	mg/L	1350	300	78 %
SST	mg/L	620	130	79 %
A y G	mg/L	267.8	48	82 %

**Figura 15**

*Esquema, valores iniciales y finales del dispositivo N° 1 ubicado en el Jr. Los Cerezos 679 de la ciudad de Juliaca.*



Según los ensayos realizados en el efluente de restaurantes, la dosis óptima aplicada fue del 15 % de microorganismos eficientes (EM) en el dispositivo, evaluando la eficacia del interceptor de grasa hidromecánico con EM. Los resultados mostraron una eficiencia de remoción del 88 % para DQO, 78 % para DBO5, 79 % para sólidos suspendidos totales y 82 % para aceites y grasas. Esto indica que a mayor concentración activa de microorganismos eficientes, mayor es la eficiencia en la reducción de los parámetros evaluados.

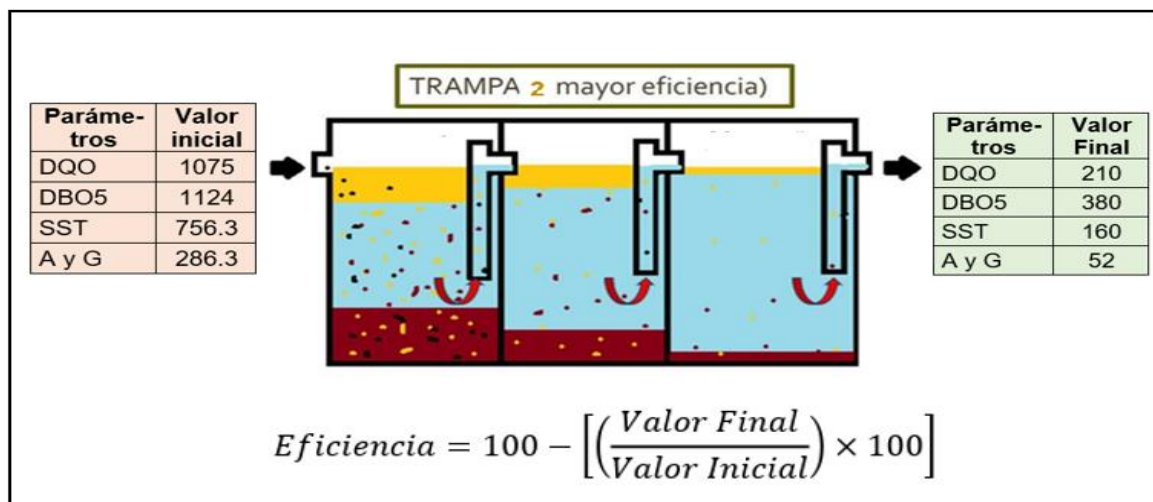
**Tabla 18**

*Porcentaje de eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca.*

Parámetros	Und	Valor inicial	Valor Final	Eficiencia %
DQO	mg/L	1075	210	80 %
DBO5	mg/L	1124	380	66 %
SST	mg/L	756.3	160	79 %
A y G	mg/L	286.3	52	82 %

**Figura 16**

*Esquema, valores iniciales y finales del dispositivo N° 02 ubicado en el Jr. Lambayeque 1481 de la ciudad de Juliaca.*



Según los ensayos realizados en las aguas residuales de restaurantes, la dosis óptima aplicada fue del 15 % de microorganismos eficientes (EM) en el dispositivo. Se evaluó la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con EM, obteniendo porcentajes de remoción del 80 % para DQO, 66 % para DBO5, 79 % para SST y 82 % de grasas y aceites. Estos resultados indican que a medida que aumenta la dosis activa de microorganismos eficientes, también mejora la eficiencia en la eliminación de los parámetros evaluados.

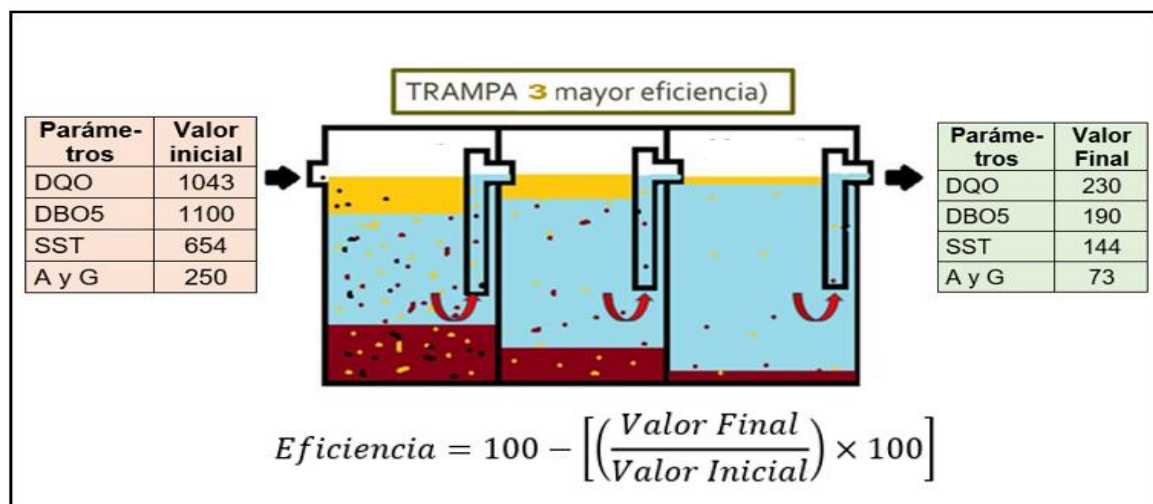
**Tabla 19**

*Porcentaje de eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca.*

Parámetros	Und	Valor inicial	Valor Final	Eficiencia %
DQO	mg/L	1043	230	78 %
DBO5	mg/L	1100	190	83 %
SST	mg/L	654	144	78 %
A y G	mg/L	250	73	71 %

**Figura 17**

*Esquema, valores iniciales y finales del dispositivo N° 03 ubicado en el Jr. Loreto 129 cercado de la ciudad de Juliaca.*



Con base en los ensayos realizados en las aguas residuales provenientes de restaurantes, se aplicó una dosis óptima del 15 % de microorganismos eficientes (EM) en el dispositivo, evaluando la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico combinado con EM. Los resultados mostraron porcentajes de remoción del 78 % para DQO, 83 % para DBO5, 78 % para SST y 71 % para aceites y grasas. Esto indica que, a mayor dosis activa de microorganismos eficientes, se incrementa la eficiencia en la reducción de los parámetros evaluados.

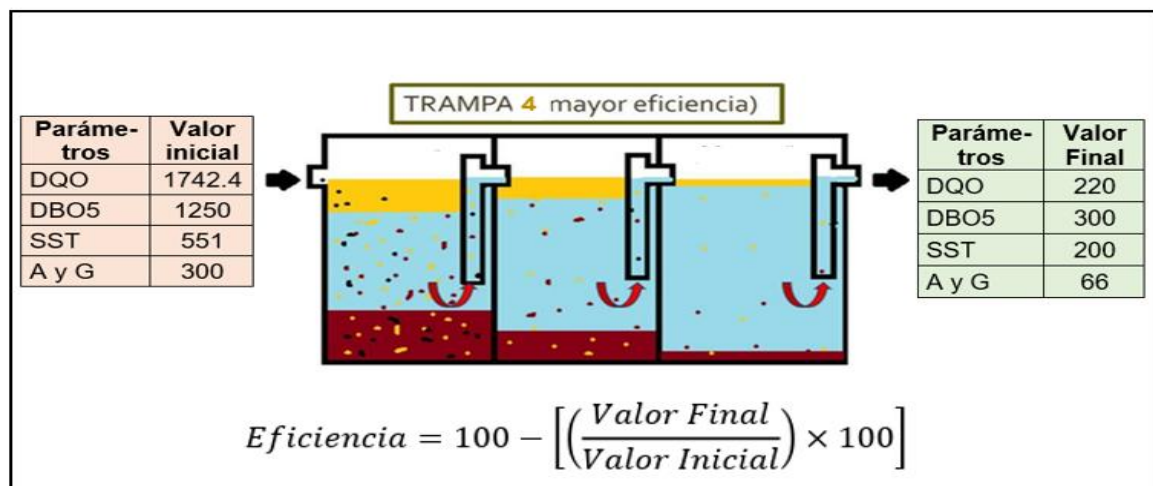
**Tabla 20**

*Porcentaje de eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes en el dispositivo N° 04 ubicado en el Jr. Mariano Núñez 1390 de la ciudad de Juliaca.*

Parámetros	Und	Valor inicial	Valor Final	Eficiencia %
DQO	mg/L	1742.4	220	87 %
DBO5	mg/L	1250	300	76 %
SST	mg/L	551	200	64 %
A y G	mg/L	300	66	78 %

**Figura 18**

*Esquema, valores iniciales y finales del dispositivo N° 04 ubicado en el Jr. Mariano Núñez 1390 de la ciudad de Juliaca.*



Con base en los ensayos realizados en las aguas residuales provenientes de restaurantes, se aplicó una dosis óptima del 15 % de microorganismos eficientes (EM) en el dispositivo, evaluando la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con EM. Los resultados mostraron una remoción del 87 % en DQO, 76 % en DBO5, 64 % en SST y 78 % en aceites y grasas. Esto permite concluir que a medida que aumenta la dosis activa de microorganismos eficientes, mejora la eficiencia en la reducción de estos parámetros.

## PRUEBA DE HIPÓTESIS

### Hipótesis Alternativa

Existe eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca

### Hipótesis Nula

No existe eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.

**Tabla 21.** Prueba de análisis de varianza (ANOVA) del parámetro de estudio turbiedad.

Análisis de varianza - ANOVA					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.000a	0	.	.	.
Intersección	133.503	1	133.503	115.200	0.023
Error	6.300	6	1.050		
Total	135.584	5			
Total, corregido	6.963	4			



Según la Tabla 15, mediante el análisis estadístico de varianza (ANOVA) se determinó que la prueba resultó estadísticamente significativa, evidenciado por un valor P (Sig) de 0.023. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) con un nivel de significancia de 0.05. De esta manera, se concluye que el interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes ejerce un efecto significativo en el tratamiento de los efluentes provenientes de restaurantes en la ciudad de Juliaca.

## 4.2. Discusión

Según Huane, (2019), La investigación tuvo como objetivo en la identificación de los técnicos eficientes de tratamiento que garanticen la conformidad de los límites establecidos por la legislación ambiental. Esta investigación se enfocó en disminuir los LMP de grasas y aceites vertidos al sistema de disposición final NAPORTEC SA. Para identificar las causas del incumplimiento de estos parámetros, la utilización del diagrama llamado Ishikawa o causa efecto, donde nos permitió determinar de manera sistemática la raíz del problema y proponer soluciones enfocadas en mejorar el sistema de efluentes del área de comedor operativo. La obtención de los resultados fueron los siguientes la trampa de grasa de hormigón mostraron las etapas de grasas y aceites donde superan el 30% los LMP por la normativa ambiental vigente. Ante esta situación, se evaluaron dos métodos de mejora: en primer lugar, la implementación de una trampa de grasa adicional para el área de lavado de ollas y platos de postres, la cual logró una reducción del 70 % en la concentración de grasas y aceites. En segundo lugar, se analizó el método de electrocoagulación, que alcanzó una eficiencia superior al 97 % en la remoción de dichos contaminantes. Sin embargo, al comparar ambos métodos desde una perspectiva económica, se determinó que el primero presenta



una mayor rentabilidad, con una relación beneficio/costo de 5,93, frente a 4,28 del segundo método.

Según Cruz (2021), en su estudio el problema consiste en la descarga directa e indistinta de las aguas residuales hacia la red de alcantarillado sin la aplicación previa de un tratamiento adecuado. En este marco esta investigación se centra en las alteraciones principalmente los aceites y grasas los cuales son causas de la obstrucción y desgaste del sistema de alcantarillado, además de aportar de manera significativa a la contaminación ambiental, las normas ambientales mexicanas nos definen a los LMP para la descarga al sistema de drenaje. No obstante, en numerosos casos, dichos límites no se cumplen, y las descargas se efectúan sin tratamiento previo, particularmente en la mayor parte de los complejos habitacionales situados en lugares urbanos lo que genera un deterioro progresivo de las redes de alcantarillado y un aumento de las alteraciones ambientales. La vertida no controlada de grasas y aceites ocasiona un deterioro acelerado y considerable impactando de manera directa la salud de los organismos que integran el sistema biótico. Asimismo, la acumulación de estos contaminantes junto con los sedimentos produce obstrucciones en la red de drenaje, lo que resulta en altos costos operativos y de mantenimiento, además de provocar deficiencias en la prestación de los servicios de saneamiento y alcantarillado.



## CONCLUSIÓN

Los valores iniciales obtenidos en la caracterización fisicoquímica de los parámetros: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), y aceites y grasas, en los diferentes puntos de muestreo de los efluentes generados por los restaurantes de la ciudad de Juliaca, evidenciaron concentraciones que superan los valores máximos admisibles establecidos por la normativa ambiental vigente.

Se verificó la adaptación de los microorganismos eficientes (EM) al agua residual proveniente de los efluentes de restaurantes, cuya composición favorece el desarrollo de las comunidades microbianas encargadas de disminuir los contaminantes presentes. Se evaluaron tres concentraciones de EM (5%, 10% y 15% por litro), correspondientes a los tratamientos uno, dos y tres, cada uno con tres repeticiones y un tratamiento control. Los ensayos se realizaron con tiempos de retención de 10, 20, 30 y 45 días, determinándose que la dosis óptima fue del 15% con un tiempo de retención de 45 días, cumpliendo con los valores establecidos en el DS N.° 010-2019-VIVIENDA sobre los Límites Máximos Admisibles (LMA) para descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Se evaluó la eficiencia de un interceptor de grasa hidromecánico combinado con microorganismos eficientes en el tratamiento de efluentes generados por restaurantes ubicados en los jirones Cerezos, Lambayeque, Loreto y Mariano Núñez. Los resultados evidenciaron una disminución significativa en los valores de DQO, DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas en los efluentes procedentes de estos establecimientos en la ciudad de Juliaca.



## RECOMENDACIONES

Se recomienda que futuras investigaciones consideren el uso de la trampa de grasa previamente dimensionada, debido a que presenta una eficiencia óptima en la remoción de aceites, grasas, sólidos totales suspendidos (STS),  $\text{DBO}_5$  y DQO. Dicha trampa puede ser implementada en establecimientos como restaurantes, pollerías y cafeterías entre otros, dado que ha demostrado un desempeño favorable en el tratamiento de este tipo de efluentes.

Se sugiere que futuras investigaciones continúen evaluando diferentes concentraciones mínimas de microorganismos eficientes aplicados en trampas de grasa, con el propósito de optimizar la reducción de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días ( $\text{DBO}_5$ ), los Sólidos Suspendidos Totales (SST), así como los aceites y grasas presentes en los efluentes generados por establecimientos comerciales.

Se recomienda que futuras investigaciones amplíen el alcance de lo desarrollado en el presente estudio, enfocándose no solo en la mejora de la calidad del agua proveniente de restaurantes, sino también en el tratamiento de aguas residuales generadas por otros tipos de actividades. De esta manera, se contribuiría a la reducción de los niveles de contaminación ocasionados por las descargas de aguas residuales.

Se recomienda que futuras investigaciones den continuidad al estudio sobre el uso de microorganismos eficientes activados para el tratamiento de aguas contaminadas de diversas procedencias. Asimismo, se sugiere ampliar los tiempos de retención y las dosis empleadas, con el propósito de evaluar el comportamiento de los microorganismos y sus efectos bajo diferentes condiciones experimentales.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamiranda, R. (2017). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa que preste el servicio integral de limpieza de trampas de grasa a los restaurantes de la ciudad de cartagena. in universitas nusantara pgri kediri (vol. 01). universidad de cartagena.
- Ariza, N. (2020). Realizar un proyecto piloto con el fin de implementar acciones para fortalecer las buenas prácticas en la manipulación de alimentos que requieran el proceso de cocción con aceites de cocina en los restaurantes [Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD].
- Beltrán, T. (2018). Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual, planta de tratamiento de Jauja. [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ]. In Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Borrovic, D. (2022). Efecto de los microorganismos eficientes en aguas servidas de piscinas para su reutilización según los parámetros obtenidos en el distrito de huánuco - huánuco - 2021. universidad de huanuco.
- Chua, N. (2022). Degradación de aceites y grasas por microorganismos nativos de lodos activados en efluentes provenientes de restaurantes. UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD.
- Cruz, J. (2021). Aplicación del sistema hidráulico para la mitigación de contaminantes físicos químicos en las aguas residuales comerciales (restaurantes) – Moyobamba. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
- Galarza, A. (2019). Diseño y construcción de un filtro separador de grasas y eliminador de impurezas para la lavadora comercial de autos lubricar con una capacidad máxima de 15 metros cúbicos mensuales en la provincia de



tungurahua, cantón ambato en el período 2018-2019 (vol. 2). universidad técnica de ambato.

Gerardo Arias, F. (2012). El proyecto de investigación (6 a). editorial episteme, C.A.

Hernandez Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación (6a ed.).

McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Herrera, B. (2017). Evaluar las condiciones de operación y propuesta de un plan de manejo del sistema de trampas de grasa del área de talleres de gastronomía de la ute. universidad tecnológica equinoccial.

Iza, J. (2021). Creación de una empresa de fabricación de interceptores ecológicos de grasa que contribuya al pre tratamiento de desechos industriales en la ciudad de Ambato, Provincia del Tungurahua en el 2016 [Universidad técnica de Ambato]. In Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato (Vol. 593, Issue 03).

Mejia, J. (2020). Efecto del número de mamparas y el tiempo de contacto en la trampa de grasas para evaluar su capacidad de remoción [Universidad Nacional del Centro del Perú]. In Universidad Nacional del Centro del Perú.

Montoya, P. (2022). Reducción de Aceites y Grasas, mediante Microorganismos de Montaña en Aguas Residuales no Domésticas de "El Carioco Broastería", Lamas, 2022 [Universidad Cesar Vallejo]. In Universidad Andina del Cusco (Issue D).

Moreno, L. (2021). Efectividad del uso de microorganismos en plantas de tratamiento de aguas residuales no domésticas. in Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952. (Vol. 1, Issue April). Universidad EAN.

Obeid, R. (2018). Diseño de una trampa de grasas en la planta de tratamiento de aguas residuales en una planta panificadora ubicada en el departamento del



atlántico [universidad de san buenaventura].

Perez, A. (2024). Evaluación de la eficiencia del uso operacional y de mantenimiento de trampas de grasa comerciales en hoteles y restaurantes de la ciudad de Puno [universidad privada San Carlos].

Saltos, A. (2017). Estudio de un sistema de trampas de grasa en la empresa de catering Los Almendros y su incidencia en el cuidado del medio ambiente [Universidad regional autónoma de los andes uniandes facultad].

Torres, F. (2019). Diseño y elaboración de un prototipo para trampa de grasa, aplicable al sector comercial de la ciudad de Cuenca. Universidad del Azuay.

Tuesta, J. (2018). Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los usuarios no domésticos en la ciudad de Moyobamba [Universidad nacional de san martín]. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 3, Issue 2).



# ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA												
"EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA"												
PROBLEMAS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTE SIS GENERAL	VARIABLE	DIMEN SIÓN	INDICADOR	ÍNDICE	TIPO DE INVESTIGACION	DISEÑO DE INVESTIGACION	MEDIO S DE VERIFICACION			
¿Cuál es la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?	Evaluar la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.	Existe eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca	Variable Dependiente Tratamiento de efluentes	Parametros fisicos	SST	mg/L	Tipo de investigacion Transversal	Diseño experimental	Análisis estadístico Análisis de laboratorio			
					Temperatura	mg/L						
					PH	mg/L						
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivo es pecíficos</b>											
¿Cuál es la concentración DBO5, DQO, SST, aceites y grasas de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?	Analizar la concentración DBO5, DQO, SST, aceites y grasas de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.			Parametros Quimicos		DBO				mg/L		
					DQO	mg/L						
					Aceites y Grasas	mg/L						
¿Cuál será la dosis optima y tiempo de retención de microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?	Determinar la dosis optima y tiempo de retención de microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca		Variable Independiente: Eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes	Dosis de EM	5, 10 y 15	%						
¿Cuál es la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes respecto a la disminución del DBO5, DQO, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca?	Determinar la eficiencia del interceptor de grasa hidromecánico con microorganismos eficientes respecto a la disminución del DBO5, DQO, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.			Tiempo	10,20,30 y 45	DIAS						

### Anexo 2

#### Panel fotográfico



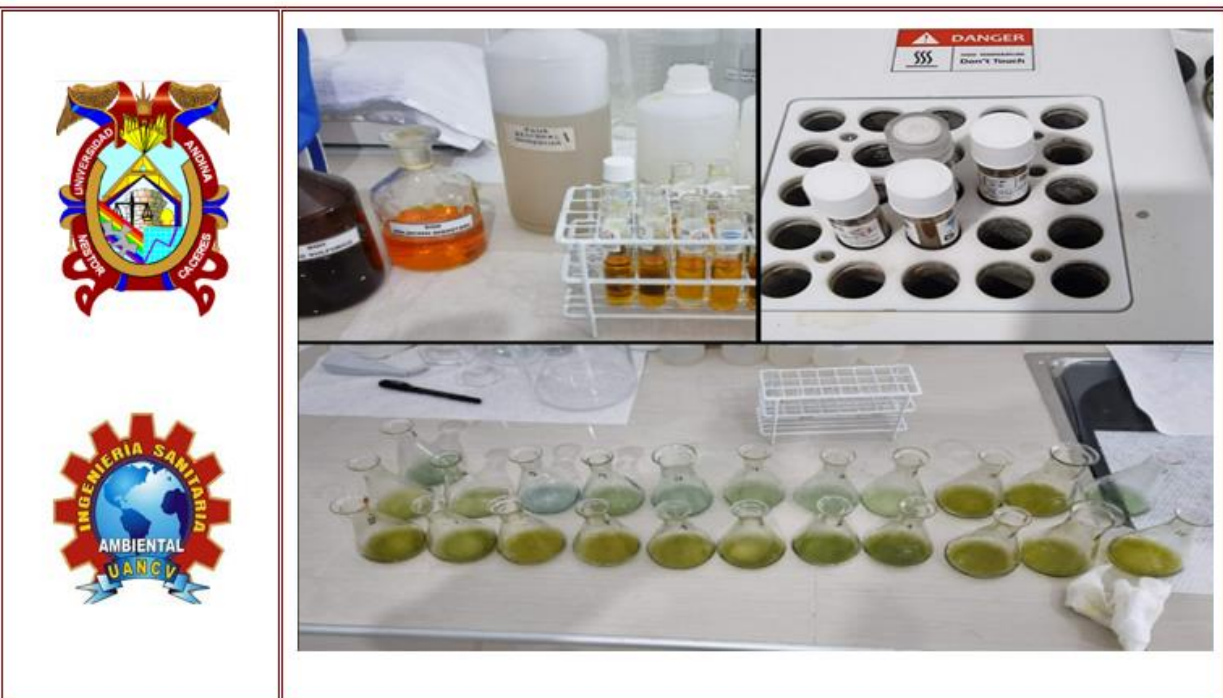
**Foto N°01.** Muestreo inicial de los efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca realizados en el laboratorio de calidad ambiental de la UANCV.



**Foto N°02.** En la fotografía se denota la recolección y toma de muestra de los puntos de muestreo de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.



**Foto N°03.** Rotulado de la muestra de los puntos de muestreo de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.



**Foto N°04.** Ensayos de las dosis de microorganismo eficientes en el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.



**Foto N°05.** Ensayos de las dosis de microorganismo eficientes en el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.



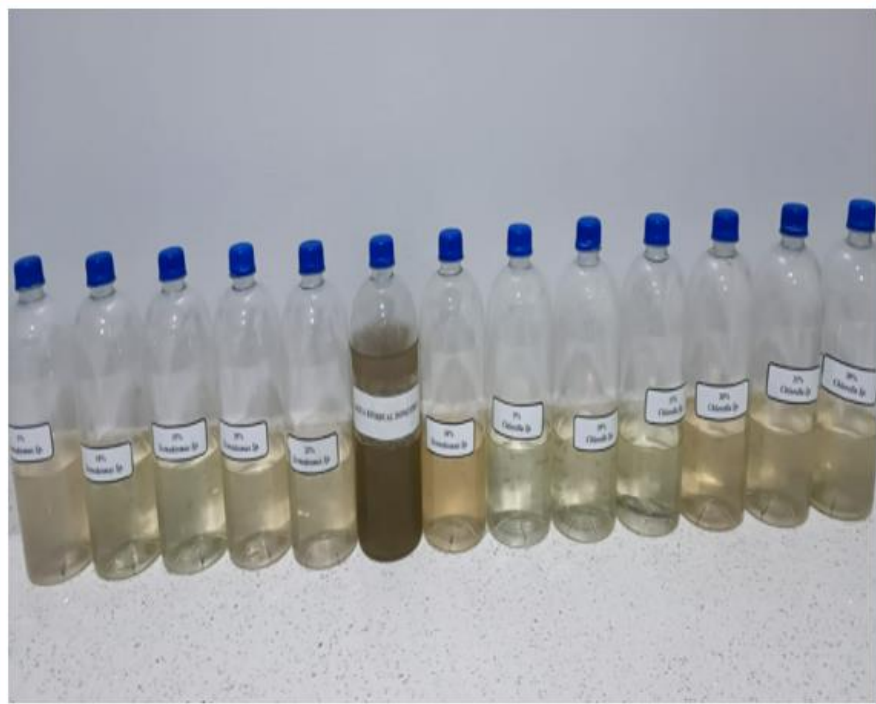
**Foto N°06.** Verificación de los tratamientos en el laboratorio de Calidad Ambiental de la UANCV.



Foto N°07. Dosificación de las muestras laboratorio de Calidad Ambiental de la UANCV.



Foto N°08. Verificación con el multiparámetro en los ensayos en el laboratorio de Calidad Ambiental de la UANCV.



**Foto N°09.** Verificación de los tratamientos finales con microorganismo eficientes en el tratamiento de efluentes provenientes de restaurantes de la ciudad de Juliaca.



**Foto N°10.** Estructura del interceptor de grasa.



Foto N°11. Muestra recolectada.



## Anexo 3. Informe N° LCA132 - 2024, Análisis del laboratorio de calidad ambiental de la UANCV.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

### RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

#### INFORME N° LCA132 - 2024

#### I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Markos Enrique Chipana Chura  
1.2. **Proyecto** : EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÍNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA

#### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas residuales  
2.2. **Numero de muestras** : 04  
2.3. **Muestreado por** : Markos Enrique Chipana Chura  
2.4. **Fecha de ensayo** : 26/09/2024  
2.5. **Departamento** : Puno  
2.6. **Provincia** : San Román  
2.7. **Distrito** : Juliaca  
2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha de ingreso	Hora
P1	E: 378972 N: 8285474	26/09/2024	13:20
P2	E: 379905 N: 8287650	26/09/2024	14:15
P3	E: 378652 N:8286416	26/09/2024	15:25
P4	E: 378222 N:8287728	26/09/2024	16:05

#### III. RESULTADOS

N°	Código	DQO (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	SST (mg/L)	ACEITES Y GRASAS (mg/L)
1	P1	1824.0	1350	620.	267.8
2	P2	1075.0	1124	756.3	286.3
3	P3	1043.0	1100	654.0	250.0
4	P4	1742.4	1250	551.0	126.8

\*DQO: Demanda química de oxígeno

\*DBO<sub>5</sub>: Demanda bioquímica de oxígeno

\*SST: Sólidos totales en suspensión

#### IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 14 de octubre del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"  
  
Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca  
CIP. 47790  
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

N°B.: 00260978

1



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

### RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

#### INFORME N° LCA133 - 2024

#### I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Markos Enrique Chipana Chura
- 1.2. **Proyecto** : EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA

#### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas residuales
- 2.2. **Numero de muestra** : 01
- 2.3. **Muestreado por** : Markos Enrique Chipana Chura
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 16/10/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha de ingreso	Hora
P2	E: 380117.93 N: 8282287.07	16/10/2024	10:00

#### III. RESULTADOS

N°	Código	DQO (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	SST (mg/L)	ACEITES Y GRASAS (mg/L)
1	M1D1(10)	1000	957	480	97
2	M1D2(20)	750	725	410	85
3	M1D3(30)	540	450	380	63
3	M1D3(45)	210	300	250	48

\*DQO: Demanda química de oxígeno  
 \*DBO<sub>5</sub>: Demanda bioquímica de oxígeno  
 \*SST: Sólidos totales en suspensión

#### IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

UNIVERSIDAD ANDINA  
 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
  
 Mgr. Ing. Milton Quispe Huanca  
 CIP: 47790  
 JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

Juliaca, 31 de diciembre del 2024

N°B.: 00260978

2



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

## RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA134 - 2024

### I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Markos Enrique Chipana Chura  
1.2. **Proyecto** : EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA

### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas residuales  
2.2. **Numero de muestra** : 02  
2.3. **Muestreado por** : Markos Enrique Chipana Chura  
2.4. **Fecha de ensayo** : 16/10/2024  
2.5. **Departamento** : Puno  
2.6. **Provincia** : San Román  
2.7. **Distrito** : Juliaca  
2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha de ingreso	Hora
P2	E: 380117.93 N: 8282287.07	16/10/2024	10:00

### III. RESULTADOS

N°	Código	DQO	DBO <sub>5</sub>	SST	ACEITES Y GRASAS
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
1	M1D1(10)	950	380	370	96
2	M1D2(20)	710	325	290	94
3	M1D3(30)	530	220	210	90
3	M1D3(45)	250	180	160	85

\*DQO: Demanda química de oxígeno  
\*DBO<sub>5</sub>: Demanda bioquímica de oxígeno  
\*SST: Sólidos totales en suspensión

### IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 31 de diciembre del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca  
CIP. 47790  
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

N°B.: 00260978

3



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

### RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

#### INFORME N° LCA135 - 2024

#### I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Markos Enrique Chipana Chura
- 1.2. **Proyecto** : EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA

#### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas residuales
- 2.2. **Numero de muestras** : 03
- 2.3. **Muestreado por** : Markos Enrique Chipana Chura
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 16/10/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha de ingreso	Hora
P2	E: 380117.93 N: 8282287.07	16/10/2024	10:00

#### III. RESULTADOS

N°	Código	DQO (mg/L)	DBO <sub>5</sub>	SST	ACEITES Y GRASAS
1	M1D1(10)	900	850	300	100
2	M1D2(20)	750	600	170	90
3	M1D3(30)	510	420	195	85
3	M1D3(45)	230	190	144	73

\*DQO: Demanda química de oxígeno  
 \*DBO<sub>5</sub>: Demanda bioquímica de oxígeno  
 \*SST: Sólidos totales en suspensión

#### IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 31 de diciembre del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca  
CIP: 47790  
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

N°B.: 00260978  
4



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

## RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA136 - 2024

### V. DATOS DEL SERVICIO

- 1.3. **Solicitante** : Markos Enrique Chipana Chura  
1.4. **Proyecto** : EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA

### VI. DATOS DEL ENSAYO

- 2.9. **Producto** : Aguas residuales  
2.10. **Numero de muestra** : 04  
2.11. **Muestreado por** : Markos Enrique Chipana Chura  
2.12. **Fecha de ensayo** : 16/10/2024  
2.13. **Departamento** : Puno  
2.14. **Provincia** : San Román  
2.15. **Distrito** : Juliaca  
2.16. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha de ingreso	Hora
P2	E: 380117.93 N: 8282287.07	16/10/2024	10:00

### VII. RESULTADOS

N°	Código	DQO	DBO <sub>5</sub>	SST	ACEITES Y GRASAS
1	MID1(10)	1000	957	480	102
2	MID2(20)	650	725	410	96
3	MID3(30)	340	450	380	75
3	MID3(45)	220	300	250	66

\*DQO: Demanda química de oxígeno  
\*DBO<sub>5</sub>: Demanda bioquímica de oxígeno  
\*SST: Sólidos totales en suspensión

### VIII. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 31 de diciembre del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
  
Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca  
CIP. 47790  
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

N°B.: 00260978

5



ANEXO 1

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 31/10/25

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MARKOS ENRIQUE CHIPANA CHURA  
 Dirección: JR. LAMPA N°759 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO  
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72252752  
 Teléfono : 949085968 email: markosenrique.c@gmail.com  
 Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_  
 Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
 Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL  
 Asesor: ING. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones :

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EFICIENCIA DEL INTERCEPTOR DE GRASA HIDROMECAÁNICO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): Eficiencia, efluente, evaluación, interceptor de grasa hidromecánico, microorganismos eficientes.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV<sup>1,2</sup> ?  
2

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



**2. Referencia de tesis:**

Bachiller  Titulo  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

**3. Licencias:**

**a) Licencia estándar:**

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación. Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.  
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_  
 No autorizo.

**b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:**

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo  
 No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

31/10/2025

Fecha