

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA

FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL



TESIS

**Eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos
de la planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc - Luricocha**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero en Gestión Ambiental

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Ciencias del medio ambiente

Presentado por:

Jorby Kevin, Saavedra Chavez

Asesor:

Dr. Jorge Luis, Lozano Rodríguez

HUANTA-PERÚ 2025

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACION DE EFICIENCIA DE REMOSION DE LOS PARAMETROS

AUTOR

Jorby Saavedra

RECUENTO DE PALABRAS

15614 Words

RECUENTO DE CARACTERES

86104 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

97 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.5MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 29, 2025 6:18 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 29, 2025 6:21 PM GMT-5**● 14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTO

Dr. Jorge Luis Lozano Rodriguez
DOCENTE ORDINARIO - ASOCIADO

**“EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE LOS PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS Y
MICROBIOLÓGICOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE IZCUTACCOC - LURICOCHA”**

Presentado por:

Bach. Jorby Kevin Saavedra Chavez

Asesor:

Dr. Lozano Rodríguez Jorge Luis



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Creada por Ley N° 29658

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

En ciudad de Luricocha, en el auditorio de las Instalaciones del campus universitario de Intay de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, ubicado en la autopista Carlos Ch. Hiraoka, desvió a Ccollana, a los 21 días del mes de noviembre de 2025, siendo las 09:00 am. se dio inicio al acto académico de sustentación de tesis con la presencia de los miembros del jurado calificador:

Dr. Santos Clemente Herrera Díaz
Ph.D. Walter Víctor Castro Aponte
Dr. Jorge Luis Lozano Rodríguez

Presidente
Miembro titular 2
Miembro titular 3

Acto seguido se procedió a dar lectura la Resolución de Vicepresidencia Académica N° 107-2025-CO-UNAH, en la que señala fecha, hora y designación de jurado evaluador para la sustentación de tesis del **Bach. Jorby Kevin Saavedra Chavez**, con la tesis titulada: **"Eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc - Luricocha"**, asesorado por el Dr. Jorge Luis Lozano Rodríguez, para optar el Título profesional de: Ingeniero en Gestión Ambiental.

Observaciones:

.....
.....
.....

Terminada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por los miembros del jurado evaluador, los mismos que fueron defendidos y absueltos por el tesista. Acto seguido se procedió a calificar con el resultado siguiente:

Aprobado Regular	<input checked="" type="checkbox"/>
Aprobado Bueno	<input type="checkbox"/>
Aprobado Muy Buenos	<input type="checkbox"/>
Aprobado Excelente	<input type="checkbox"/>

Con la calificación de Trece..... (13)

Siendo las 10:47..... se da por finalizada el acto académico de sustentación de tesis pasando a firmar los miembros del jurado evaluador.


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Dr. Santos Clemente Herrera Díaz
DOCENTE ORDINARIO PRINCIPAL

Dr. Santos Clemente Herrera Díaz
Presidente


MSc. Ph.D. Walter Víctor Castro Aponte
DOCENTE INVESTIGADOR

Ph.D. Walter Víctor Castro Aponte
Miembro titular 2


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA

Dr. Jorge Luis Lozano Rodríguez
DOCENTE ORDINARIO ASOCIADO
Dr. Jorge Luis Lozano Rodríguez
Miembro titular 3

DEDICATORIA

Dedico este logro a la memoria de mi amada madre, quien me enseñó el valor de la perseverancia y me dio la fuerza para alcanzar mis metas. Aunque su presencia física ya no me acompaña, su amor y su espíritu viven en cada paso que doy. Su recuerdo es mi mayor motivación. A mi padre quien me sigue apoyando constantemente y mis hermanos que siempre me apoyan.

AGRADECIMIENTO

- Le doy gracias a Dios por la vida y la fuerza que me dio para superar cada obstáculo. Su guía ha sido mi mayor fortaleza.
- Mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, que me abrió sus puertas y me brindó la oportunidad de crecer académica y personalmente. A cada docente, mi respeto y gratitud por su invaluable conocimiento y por la dedicación con la que formaron a un profesional íntegro.
- A mi asesor, Lozano Rodríguez Jorge Luis, por su invaluable orientación y apoyo incondicional, que fueron cruciales para la culminación de esta tesis.
- Finalmente, a mis amigos, por su constante aliento, por compartir alegrías y desafíos, y por hacer de esta etapa una experiencia inolvidable.

RESUMEN

La investigación se centró en evaluar la capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Izcataccoc, ubicada en el distrito de Luricocha, para remover contaminantes. Tuvo como objetivo principal determinar la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Izcataccoc. Los parámetros evaluados fueron sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), aceites y grasas, temperatura, pH y coliformes termotolerantes, con el fin de verificar si el efluente cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del DS 003-2010-MINAM. La metodología de investigación se enfocó en un diseño de investigación no experimental de nivel descriptivo, sin manipulación de variables. Las muestras se tomaron en dos puntos de monitoreo: el afluente (entrada) y el efluente (salida) de la PTAR. Los resultados mostraron altos porcentajes de remoción en SST (96.15% en temporada seca y 70.00% en lluviosa), DBO (84.56% y 66.2%), DQO (71.4% y 67.47%), y aceites y grasas (90.65% y 89.10%). Los valores del efluente para DBO, DQO, aceites y grasas, y temperatura cumplieron con los LMP del DS 003-2010-MINAM. Sin embargo, el pH y el parámetro microbiológico superó los límites permisibles durante la temporada lluviosa. A pesar de una alta eficiencia de remoción de coliformes termotolerantes (97.74% y 97.08%), los valores en el efluente (79,000 y 23,000 NMP/100mL) superaron los límites máximos permisibles. Finalmente se concluye que, aunque la PTAR de Izcataccoc presenta alta eficiencia en la remoción de parámetros fisicoquímicos, excede el límite microbiológico al registrar concentraciones de 79,000 y 23,000 NMP/100mL, superando así el límite permitido de 10,000 NMP/100mL.

Palabras claves: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Izcataccoc, Límites Máximos Permisibles. parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

ABSTRACT

This research focused on evaluating the contaminant removal capacity of the Izcataccoc wastewater treatment plant (WWTP), located in the Luricocha district. Its main objective was to determine the removal efficiency of physicochemical and microbiological parameters at the Izcataccoc wastewater treatment plant (WWTP). The parameters evaluated were total suspended solids (TSS), biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), oils and greases, temperature, pH, and thermotolerant coliforms, in order to verify whether the effluent complies with the Maximum Permissible Limits (MPL) of DS 003-2010-MINAM. The research methodology focused on a non-experimental, descriptive research design, without manipulation of variables. Samples were taken at two monitoring points: the influent (inlet) and the effluent (outlet) of the WWTP. The results showed high removal percentages of TSS (96.15% in the dry season and 70.00% in the rainy season), BOD (84.56% and 66.2%), COD (71.4% and 67.47%), and oils and fats (90.65% and 89.10%). The effluent values for BOD, COD, oils and fats, and temperature complied with the MPL of DS 003-2010-MINAM. However, the pH and the microbiological parameter exceeded the permissible limits during the rainy season. Despite a high removal efficiency of thermotolerant coliforms (97.74% and 97.08%), the effluent values (79,000 and 23,000 MPN/100mL) exceeded the maximum permissible limits. Finally, it is concluded that, although the Izcataccoc WWTP presents high efficiency in the removal of physicochemical parameters, it exceeds the microbiological limit by registering concentrations of 79,000 and 23,000 NMP/100mL, thus exceeding the permitted limit of 10,000 NMP/100mL.

Keywords: Wastewater Treatment Plant, Izcataccoc, Maximum Permissible Limits, physicochemical and microbiological parameters.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCION.....	xii
CAPITULO I: PROBLEMA	14
1.1. Descripción y formulación del problema	14
1.1.1. <i>Interrogante general</i>	15
1.1.2. <i>Interrogantes específicos</i>	15
1.2. OBJETIVOS	16
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	16
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	16
1.3. Justificación e importancia	16
1.4. Variable.....	17
1.6. Operacionalización de variables	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes	19
2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i>	19
2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i>	25
2.1.3. <i>Antecedentes locales</i>	32
2.2. Bases teóricas.....	33
2.2.1. <i>Aguas residuales</i>	33
2.2.2. <i>Aguas residuales domesticas</i>	33
2.2.3. <i>Aguas residuales municipales</i>	34
2.2.4. <i>Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)</i>	34
2.2.5. <i>Tratamiento de aguas residuales</i>	34
2.2.6. <i>Componentes de una PTAR</i>	35
2.2.7. <i>Eficiencia de remoción</i>	36
2.2.8. <i>Límites máximos permisibles (LMP)</i>	36
2.2.9. <i>Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)</i>	37
2.2.10. <i>Demanda química de oxígeno (DQO)</i>	37
2.2.11. <i>Solidos suspendidos totales (SST)</i>	37
2.2.12. <i>Potencial de hidrogeno (pH)</i>	37
2.2.13. <i>Coliformes termotolerantes</i>	38
2.3. Dedición de términos	38

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	39
3.1. Tipo y nivel de investigación	39
3.1.1. <i>Tipo de investigación</i>	39
3.1.2. <i>Nivel de investigación</i>	39
3.2. <i>Diseño de investigación</i>	39
3.3. <i>Ámbito temporal y espacial</i>	40
3.3.1. <i>Ámbito temporal</i>	40
3.3.2. <i>Ámbito espacial</i>	40
3.4. <i>Población y muestra</i>	41
3.4.1. <i>Población</i>	41
3.4.2. <i>Muestra</i>	41
3.5. <i>Instrumentos</i>	42
3.5.1. <i>Materiales y equipos</i>	43
3.6. <i>Procedimientos</i>	44
3.6.1. <i>Identificación de puntos de monitoreos</i>	44
3.6.2. <i>Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos</i>	44
3.6.3. <i>Toma de parámetros</i>	45
3.6.4. <i>Toma de parámetros de campo</i>	45
3.6.5. <i>Conservación y traslado de muestras</i>	45
3.6.6. <i>Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos</i>	46
3.7. <i>Análisis de datos</i>	47
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. RESULTADO	48
4.1.1. <i>Determinación de la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológico de la PTAR de Izcutaccoc del distrito de Luricocha</i>	48
4.1.2. <i>Determinación de la eficiencia de la concentración fisicoquímica del afluente y efluente de la PTAR de Izcutaccoc del distrito de Luricocha</i>	50
4.1.3. <i>Determinación de la eficiencia de la concentración microbiológico del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales de Izcutaccoc del distrito de Luricocha</i>	59
4.2. DISCUSIÓN	61
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	65
5. Conclusiones	65
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	66
6. Recomendaciones	66

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
7. Referencias	67
ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operación de variables	18
Tabla 2 Límites máximos permisibles	36
Tabla 3 Puntos de monitoreos de la PTAR-Izcutaccoc	44
Tabla 4 Análisis, método y acreditación para el muestro de las aguas residuales indicados por el laboratorio SGS-PERÚ (Societe General de Surveillance).....	46
Tabla 5 Eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.....	48
Tabla 6 Porcentaje de remoción de SST obtenido de la PTAR-Izcutaccoc	49
Tabla 7 Porcentaje de remoción de DBO obtenido de la PTAR-Izcutaccoc.....	51
Tabla 8 Porcentaje de remoción de DQO obtenido de la PTAR-Izcutaccoc.....	52
Tabla 9 Porcentaje de remoción de aceites y grasas obtenido de la PTAR-Izcutaccoc	54
Tabla 10 Resultados del pH obtenido de la PTAR-Izcutaccoc.....	55
Tabla 11 Resultados de la temperatura obtenido de la PTAR-Izcutaccoc	57
Tabla 12 Porcentaje de remoción de coliformes termotolerantes de la PTAR-Izcutaccoc.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de la PTAR de Izcutaccoc-Luricocha	42
Figura 2 Concentración de SST y su comparación con el LMP	50
Figura 3 Concentración de la DBO y comparación con el LMP.....	51
Figura 4 Concentración de la DQP y comparación con el LMP.....	53
Figura 5 Concentración de aceites y grasa y su comparación con el LMP	54
Figura 6 Potencial del Hidrogeno y su comparación con el LMP.....	56
Figura 7 Resultados de la temperatura obtenido de la PTAR-Izcutaccoc	57
Figura 8 Concentración de los coliformes termotolerantes y comparación con el LMP...	59

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el tratamiento de aguas residuales es un problema generalizado. Solo el 30% de estas aguas son tratadas antes de ser liberadas en los cuerpos de agua, según un estudio de Larios et al. (2015). Estas aguas residuales se caracterizan por tener una alta concentración de partículas suspendidas, materia orgánica, nutrientes, sustancias producidas por el ser humano y microorganismos patógenos (Salazar et al., 2018). Por lo tanto, se convierten en un problema ambiental, cambiando la calidad del cuerpo receptor y afectando la vida acuática (Mamani, 2024), así mismo, a la salud pública.

Las aguas residuales se someten a una serie de procesos y operaciones específicas en una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para su depuración (Atalaya, 2022). La función principal de la planta de tratamiento de aguas residuales es remover los contaminantes presentes en las aguas residuales que ingresan al afluente de la planta, al mismo tiempo, busca la posible reutilización del agua residual de acuerdo a una finalidad específica (Villar, 2023).

La eficiencia de remoción es un indicador fundamental para medir el éxito en el tratamiento de aguas residuales. Evalúa la capacidad de una planta para eliminar contaminantes y, al hacerlo, garantiza que la instalación funcione de manera efectiva. Según Chuqui y Sánchez (2018), esta eficiencia también sirve para analizar el rendimiento de los procesos específicos dentro de la planta.

Este estudio evaluó la eficiencia de remoción de la PTAR Izcutaccoc, ubicada en el distrito de Luricocha, mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para ello, se consideró los sólidos totales suspendidos (SST), la demanda bioquímica de oxígeno

(DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), los aceites y grasas, la temperatura y el pH, además del parámetro microbiológico de coliformes termotolerantes.

Todos los resultados fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales. Esta comparación permitió determinar si la planta está operando en cumplimiento con la normativa vigente.

CAPITULO I: PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema

Las aguas residuales transportan una carga de contaminación considerable, ya que un solo litro de agua residual puede contaminar hasta 8 litros de agua limpia, volviéndola inservible (Zeyenb, 2020). Además, estas aguas son responsables de la degradación del cuerpo de agua que las recibe, con efectos negativos tanto para el medio ambiente como para la salud pública (Owhonka, Fubara y Buduka, 2021).

La descarga de estas aguas afecta directamente la vida acuática, ya que la descomposición de la materia que contienen reduce el oxígeno disponible (SUNASS, 2008) y aumenta las concentraciones de materia orgánica: coliformes fecales y sólidos suspendidos, entre otros contaminantes (Garay y Quiliche, 2021). Así mismo, el uso de aguas residuales domésticas sin tratamiento para el riego representa un serio riesgo para la salud humana. Este tipo de práctica puede causar enfermedades gastrointestinales debido a la presencia de virus, bacterias, protozoarios y helmintos (Ramos, 2024).

Por otra parte, en América Latina el 70% de las aguas residuales no son tratadas, el agua es extraída, usada y devuelta completamente contaminada a los ríos (Sangay, 2021) y para el ámbito nacional, el Perú genera aproximadamente 2217946 m³ por día de agua residual y son descargados a la red de alcantarillado de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento, de lo cual, solo el 32 % reciben tratamiento (OEFA, 2014).

En la actualidad el distrito Luricocha cuenta con la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Izcutaccoc, según las SUNASS (2022) la planta venía operando con una sobrecarga de un caudal de 48 l/s, a pesar de que su capacidad máxima es de solo 20 l/s y el efluente tratado es vertido al cuerpo receptor del río Cachi. Lo cual provocaría una disminución en el funcionamiento de la planta de tratamiento, así mismo, afectando la calidad del efluente y contaminando al cuerpo receptor.

En tal sentido, realizar la evaluación de la eficiencia remoción de los contaminantes es importante para una PTAR, pues tiene por finalidad salvaguardar la salud pública, al medio ambiente y al mismo tiempo verificar si cumplen con las normativas de vertimiento establecidas (Paucar, 2023), ya que no se encontraron antecedentes de investigaciones relacionados a la evaluación de eficiencia de remoción de la PTAR de Izcutaccoc, por lo tanto, es necesario realizar una investigación con la finalidad de conocer el porcentaje de remoción y comparar los resultados con las normas de vertimientos establecidos en el DS N° 003-2010.MINAN que son los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales. La presente investigación plantea responde las siguientes interrogantes:

1.1.1. Interrogante general

- ¿Cuál es la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Izcutaccoc del distrito de Luricocha?

1.1.2. Interrogantes específicos

- ¿Cuál es la eficiencia de la concentración fisicoquímica del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Izcutaccoc?

- ¿Cuál es la eficiencia de la concentración microbiológica del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Izcutaccoc?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Determinar la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Izcutaccoc del Distrito de Luricocha.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la eficiencia de la concentración fisicoquímica del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Izcutaccoc distrito de Luricocha.
- Determinar la eficiencia de la concentración microbiológica del Afluente y Efluente de la planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Izcutaccoc distrito de Luricocha.

1.3. Justificación e importancia

El agua es un recurso que pierde su calidad inicial al ser utilizado, por tal razón, es necesario realizar un tratamiento final para mejorar su calidad y poder descargarlos a un cuerpo receptor o reutilizarlos nuevamente en diversas actividades (Canales, 2002), estos tratamientos se realizan en las plantas de tratamiento de aguas residuales, ya que cuentan un conjunto integrado de tecnología, operaciones y procesos físicos químicos y biológicos con la finalidad de obtener la calidad requerida para sus disposición final (Humanante et al, 2022).

Sin embargo, cuando se manifiesta un inadecuado tratamiento estos representan un riesgo para el medio ambiente, contaminando al cuerpo receptor y a la salud pública (Paucar, 2023), por tal motivo, es importante realizar un estudio para determinar la eficiencia de remoción del sistema de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc, ya que en la actualidad el 100

% de las aguas residuales de los centros poblados de Pariza, Aycas, Pichuirara, Ccollana e Intay vienen siendo tratadas en la PTAR de Izcutaccoc (SUNASS, 2022).

A su vez, la investigación aportó nuevos datos sobre la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales de la PTAR de Izcutaccoc. Además, con los resultados obtenidos evaluamos si la planta cumple con las normativas para el vertido de sus aguas residuales. por otra parte, el estudio servirá como base para investigaciones futuras similares, ya que actualmente no hay registros locales disponibles sobre este tema.

Finalmente, el estudio proporcionó información sobre el funcionamiento actual de la PTAR, lo que permitirá a la Unidad de Gestión Municipal de Luricocha tomar acciones para mitigar los impactos de las aguas residuales. Esta información es crucial para que la Autoridad Nacional del Agua (ANA) supervise y fiscalice la planta, previniendo así la afectación de la calidad de los recursos hídricos.

1.4.Variable

- Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

1.5. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	Característica cuantificable de una sustancia que define su estructura física o química.	Las muestras serán tomadas en 2 puntos de monitoreo y enviados a un laboratorio certificado por la INACAL (SGS-PERÚ).	Determinar la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc en el distrito de Luricocha,	Aceites y grasas	mg/L
	Evaluación cuantitativa o cualitativa que indica la presencia, cantidad y tipo de microorganismos en una muestra			Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL
				DBO	mg/L
				DQO	mg/L
				pH	unidad
				Sólidos Totales en Suspensión	mL/L
				Temperatura	°C

Nota: Esta tabla muestra la operacionalización de la variable fisicoquímico y microbiológico.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Dueñas y Zambrano (2023) en su tesis titulado “Evaluación de sistemas biológicos y químicos para tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Bahía de Caráquez” tuvieron como objetivo evaluar el sistemas biológicos y químicos para el tratamiento de afluentes de las aguas residuales provenientes de la ciudad de Bahía. La investigación que desarrollaron fue de tipo experimental. Con cuatro tratamientos de cuatro repeticiones, aplicado el diseño experimental factorial 2^2 . Emplearon coagulantes y floculantes de sulfato de aluminio aplicando la prueba de jarras, así mismo, para la determinación de la calidad del agua residual, tuvieron que analizar muestras de agua residual con tratamiento y sin tratamiento, considerando los parámetros como el pH, el color, la conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sólidos totales y la turbidez. Los resultados de esta investigación mostraron que las sustancias químicas y biológicas que aplicaron fueron efectivas para el tratamiento. Los resultados mostraron que la eficiencia de remoción fue buena en los parámetros que evaluaron: turbidez con 97.3% de remoción, pH se mantuvo entre 5 y 7, sólidos totales disueltos alcanzaron un 1320 mg/L y el color con 150 unidades. Finalmente, concluyeron que el tratamiento biológico fue especialmente eficaz obteniendo buenos resultados con una turbidez del 99% de remoción.

Muhammand y Bashar (2023) en su artículo “Evaluation of the Efficiency of the Wastewater Treatment Plant in the Women's and Children's Hospital in Ramadi, Anbar, Iraq” realizaron la evaluación de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales del hospital de mujeres y niños de la ciudad de Ramadi. La investigación fue realizada en dos temporadas de estudio

(verano e invierno), donde la recolección de las muestras, fueron realizadas en la entrada de la planta y a la salida del agua tratada. Tomaron en cuenta las propiedades físicas (temperatura y conductividad), químicas (pH, cloruros, dureza total, nitratos, DQO, oxígeno disuelto, aceites y grasa) y biológicas (DBO). Los resultados de la investigación demostraron la eficiencia de remoción de la conductividad con un 18,38%, los nitratos con 26,3%, el cloruro con 6,79%, la dureza con 55,58%, DQO con 30,6%, DBO con 49,23% finalmente los aceites y grasas con 40,05%. concluyeron que los resultados obtenidos determinaron que no es apto para riego y bebida de animales porque excedieron los límites permisibles de las normas de Irak.

Nwoko et al. (2023) en su artículo “Assessment of the Efficiency of Wastewater Treatment Plant in Oil and Gas Firm in Eleme Rivers State, Nigeria” el estudio se realizó en Nigeria, tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales de Eleme estado de Rivers. El estudio tuvo una duración de cuatro meses en el cual recolectaron muestras del afluente y efluente de la planta de tratamiento. Para la recolección de muestras optaron de dos maneras, in situ con los parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH y conductividad) y en laboratorio (DBO, DQO, sólidos totales suspendidos, oxígeno disuelto, sulfuro, aceites y grasas). Los resultados determinaron la remoción de los parámetros, aceites y grasas con 63,5%, sólidos totales suspendidos con 21,3%, sulfuros con 39%. Finalmente concluyeron que la planta de tratamiento excede en sus parámetros en los sólidos totales suspendidos y sulfuros esto debido a la falta de rendimiento en el proceso de remoción de la planta de tratamiento.

Remellón, Cocolletzi y Gaspar (2023) en su artículo “Tratamiento de aguas residuales domésticas de una institución educativa por un sistema de Humedales artificiales en serie”

la investigación de los autores tuvo como objetivo evaluar los parámetros pH, temperatura, sólidos disueltos totales (SDT), color, turbiedad y DQO de un sistema de humedales artificiales alimentados por aguas residuales domésticas. Para la toma de muestras, tomaron dos puntos en la entrada y salida durante 10 días, 14 horas por día en intervalos de 2 horas. Los resultados de la eficiencia de remoción en los tratamientos fueron los siguientes: para el parámetro DQO 78.65%, la turbiedad con 62.2%, el color con 61.4% y SDT -4.7%, así mismo los autores mencionan que los parámetros con signo negativo (-) indican que la concentración de la salida en ese parámetro es más alta que en la entrada. Finalmente, los autores mencionan que los resultados de eficiencia de remoción fueron aceptables.

Morán y Guerrero (2022) en su investigación “Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales del Cantón Jipijapa, Manabí” evaluaron la eficiencia del tratamiento del agua residual. Donde, se enfocaron en el análisis de 5 muestras en cada etapa del sistema de tratamiento de agua residual, las muestras que tomaron en cuenta fueron al ingreso del afluente de la PTAR, en la salida de los reactores, en la salida de la laguna de oxidación, en la salida de la laguna de maduración, en el efluente de la PTAR y finalmente, del punto de descarga a 50 metros abajo, que les sirvió para valorar los impactos ambientales que puedan ocasionar las aguas residuales y verificar el cumplimiento legal. Los resultados demostraron que los parámetros DBO y DQO tuvieron los siguientes resultados de 114 mg/L y 253 mg/L respectivamente, incumplieron con los límites máximos permisibles de acuerdo a su marco legal. Finalmente concluyeron que la planta de tratamiento tiene impactos significativos, afectando al ambiente local.

Castillo y Chimbo (2021) en su artículo “Eficiencia en la remoción de materia orgánica mediante lombrifiltros (*Eisenia foetida*) en aguas residuales domésticas para zonas rurales”

fue realizado en la provincia de Manabí-Ecuador, su estudio evaluó la eficiencia en la remoción de materia orgánica mediante lombrifiltro en aguas residuales de las zonas rurales. El diseño de la investigación fue experimental con un factor (agua residual domestica), conto con tres tratamientos y tres repeticiones contando con nueve muestras de los parámetros DBO, DQO, Solidos suspendidos, solidos totales, temperatura y pH. Las muestras fueron tomadas a las 14h00 en una vivienda de la comunidad el Limón, obteniendo los siguientes resultados para DBO 74 mg/L, DQO 130.59 mg/L, solidos suspendidos, 1468 mg/L, solidos totales 1987 mg/L, Temperatura 22.2 °C y pH 6.90, así mismo, mostraron los resultados de la eficiencia de remoción de la materia orgánica mediante el lombrifiltro obteniendo lo siguiente: para DBO y DQO un 52.25%, para solidos suspendidos 66.74%, solidos totales 52.91%. los autores concluyeron que con la implementación de los lombrifiltros para remover la materia orgánica en aguas residuales es rentable debido a sus características de eficiencia.

Galindo et al. (2021) en su artículo “Caracterización de aguas residuales tratadas de la comarca lagunera y su viabilidad en el riego agrícola” tuvieron como objetivo de determinar la calidad del efluente de cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales fueron: LO1 (Torreón), LO2 (Gómez Palacio), LA1 (Gómez Palacio), LA2 (Lerdo). Los autores realizaron el muestreo durante doce meses, con la finalidad de observar las fluctuaciones de la calidad del agua tratada durante el paso del tiempo (clima). Para la recolección de las muestras, lo realizaron a lo largo de 24 horas con un intervalo de tiempo de 4 horas, obteniendo 44 muestras compuestas. Los parámetros que consideraron para determinar la calidad fueron los siguientes: solidos totales (ST), solidos totales volátiles (STV), solidos suspendidos totales (SST), solidos disueltos totales, grasas y aceites, pH, conductividad eléctrica, nitrógeno total (NT), fosforo total (P), carbonatos (CO_3), bicarbonatos (HCO_3),

plomo (Pb), cadmio (Cd), calcio (Ca), potasio (k) sodio (Na), entre otros. Los resultados la calidad del efluente demostraron que las PTAR contiene un gran potencial para ser utilizados en la agricultura, debido a su aporte en N, P Y K con 15.35, 2.2 y 12 mg/L bueno para la agricultura, por otra parte, las concentraciones de metales pesados como el Pb con 11.75 mg/L y Cd con 2.29 mg/L sobrepasan los LMP establecidos en las normas mexicanas. Finalmente recomendaron establecer un pretratamiento al efluente en las PTARs y monitorear los parámetros que sobrepasaron los LMP.

Bermúdez y Carrillo (2019) en su tesis “Evaluación y Diagnostico a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas del Casco Urbano del Municipio de Guasca Cundinamarca” realizaron la evaluación de la eficiencia de la PTAR del municipio de Guasca Cundinamarca y también diagnosticaron la situación de la planta de tratamiento. Por otra parte, mencionaron que sus aguas tratadas estaban siendo vertidas a un cuerpo receptor (rio Seicha). Para realizar la evaluación de la eficiencia, tuvieron en cuenta dos puntos de muestreo que fueron en la entrada de PTAR y en la salida de la PTAR. Tomaron en cuenta el análisis de diecisiete parámetros que fueron: DBO, DQO, PH, solidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas, entre otros parámetros. Cuatro parámetros fueron tomados in situ (caudal, pH, temperatura y solidos sedimentales) y lo resto fueron enviados a los laboratorios. Los resultados demostraron que los parámetros tomados in situ cumplieron con sus normativas correspondientes (Colombia) y para los parámetros enviados al laboratorio, los resultados fueron para DBO 255 mg/L, para DQO 340 mg/L, para SST 126 mg/L, para grasas y aceites 41 mg/L. Finalmente concluyeron que la planta de tratamiento está incumpliendo con su normativa para aguas residuales, finalmente dieron a conocer un deficientemente estado de la planta por la falta de un filtro percolador y un desarenador.

Hernández y Larrota (2018) en su investigación “Evaluación de la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en la Provincia Comunera, Santander, Colombia” analizaron detalladamente la situación actual de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, donde realizaron la evaluación cuatro PTARs (Palmas de Socorro, Galán, Guapota, Palmar) todos concernientes a la provincia Comunera, donde la eficiencia fue de un 75%, 89%, 92% y 90% respectivamente. Por otra parte, también evaluaron los siguientes parámetros de las 4 PTAR resultando así: Coliformes fecales 4125, 900, 450 y 700; Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) 170, 24.6, 17.1 y 22.3 mg/l; Sólidos Suspendidos Totales (SST) 38, 9, 10 y 21 mg/l; Demanda Química de Oxígeno 76.05, 68, 29.9 y 61. Finalmente concluyeron que de las 4 planta de tratamiento la más eficiente resulto la PTAR Guapota y también pudieron identificar la menos eficiente fue la PTAR Palmas de Socorro.

Gonzales (2018) en su tesis “Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales del centro de rehabilitación e inclusión social de Veracruz, México” realizó la evaluación y la caracterización de la planta de tratamiento de aguas residuales, la metodología que efectuó para su estudio fue primero recopilar información de la planta de tratamiento, seguido de la caracterización de las aguas residuales, verificar el cumplimiento de la norma y finalmente determinar los parámetros básicos de operación. Para la caracterización de las aguas residuales, el muestreo se llevó a cabo durante ocho semanas, tomando en cuenta dos puntos de monitoreo, en la cisterna de aguas negras y en la cisterna de agua tratada. Los parámetros que consideraron fueron: pH, temperatura, conductividad, sólidos sedimentales, sólidos suspendidos totales (SST), sólidos totales (ST), sólidos volátiles totales (STV), sólidos totales fijos (STF), sólidos disueltos totales (SDT), DBO y DQO. Los resultados de la caracterización de las aguas residuales fueron, para pH con 6.5375, la temperatura 18.6875 °C, la conductividad con 606.625 $\mu\text{s}/\text{cm}$, DBO con 151.1 mg/L, DQO con 208.875 mg/L,

solidos sedimentales con 0.2925 ml/L, ST con 439.125 mg/L, SST con 106.125 mg/L, SDT con 333 mg/L, STF con 193.375 mg/L, STV con 245.75 mg/L y la eficiencia de la remoción fue la siguiente: conductividad con un 25.26%, DBO 48.1%, DQO 64.5%. solidos sedimentales con 95.82 %, ST 34.25%, SST 50.23%, SDT 26.75%, STF 32.41% y STV 35.65%. Finalmente, el autor concluyo que el reusó del agua tratada no es recomendado para riego de áreas verdes ya que no cumplió con la normativa.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En su tesis titulada “Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri - 2023”, Mamani (2024) llevó a cabo un análisis para determinar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en dicho distrito, comparando los resultados obtenidos con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM. El estudio tuvo un enfoque no experimental, de tipo descriptivo y transeccional. Para el proceso de muestreo, se siguió lo estipulado en la Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA, considerando tres puntos: 50 metros aguas arriba del vertimiento, el propio efluente de la PTAR, y 200 metros aguas abajo del mismo. Los parámetros analizados, junto con sus resultados, fueron: temperatura (16.5 °C), sólidos suspendidos totales (1379.50 ml/L), pH (6.06), demanda química de oxígeno (DQO) (416.15 mg/L), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (0 mg/L), aceites y grasas (74.70 mg/L), y coliformes termotolerantes (75 NMP/100 mL). De los siete parámetros evaluados, cuatro superaron los LMP establecidos por la normativa mencionada, lo que llevó al autor a concluir que la PTAR del distrito de Ayaviri no presenta un funcionamiento eficiente.

Rivera (2024) en su tesis “Evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas en la población de Vicco de la provincia de Pasco- 2022” evaluó la

eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en la población de Vicco, la investigación que planteo el autor fue descriptiva con un nivel de investigación analítico. La evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales se basó en el monitoreo de dos puntos específicos: el afluente (ingreso de agua residual cruda) y el efluente (descarga de agua tratada). Los parámetros que tomo en cuenta el autor fue acuerdo al DS 003-2010-MINAM. Los resultados del monitoreo fueron lo siguiente: SST 60.25 mg/L, pH 7.25, DBO 60.25 mg/L, DQO 93.8 mg/L, aceites y grasas 0.5 mg/L, coliformes termotolerantes 130000 NMP/100ml y temperatura 10 °C. El autor concluyó que la PTAR cumple con los límites máximos permisibles (LMP) para la mayoría de los parámetros, excepto para los coliformes termotolerantes, que exceden la normativa establecida en el DS 003-2010-MINAM.

Chavez, Justo y Ramírez (2023) en su proyecto de investigación “Diseño y evaluación de la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales para el distrito de Ripán, Provincia de Dos de Mayo-Huanuco-2022” la investigación tuvo como objetivo diseñar y evaluar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales para el distrito de Ripán, utilizando los criterios de la norma OS.090 y el DS 003-2010-MINAM, que aprueba los límites máximos permisibles, para efluentes de aguas residuales. Para el estudio de sus aguas residuales, tuvieron en cuenta la normativa del DS 003-2010-MINAM, así mismo, tomaron como punto de muestreo la descarga de la PTAR, de los cuales 3 parámetros cumplieron con la normativa, pH 6.91, SST 93 mg/L y temperatura 22°C y los valores que no cumplieron fueron aceites y grasas con 74 mg/L, coliformes fecales con 2300000 NMP/100mL, la DBO con 751.5 mg/L y la DQO con 3835.0 mg/L. Además, se realizó un análisis de la calidad del agua en el cuerpo receptor mediante la selección de cuatro puntos de monitoreo: uno aguas arriba y tres aguas abajo, desde el punto de la

descarga. Para el análisis fisicoquímico tuvieron en cuenta: el color, la conductividad, la DBO, la DQO, el Oxígeno Disuelto, el pH, la temperatura, el nitrito y nitrato y para el análisis microbiológico tuvieron en cuenta a los coliformes fecales y *Escherichia coli*, basándose en los resultados obtenidos, propusieron un sistema de tratamiento preliminar compuesto por cámaras de rejas, desarenador y canal parshall, seguido de un primer tratamiento con un tanque imhoff y secado de lodos, un segundo tratamiento con filtro percolador, y finalmente con un tercer tratamiento con una cámara de cloración. Concluyeron que el diseño propuesto logrará una alta eficacia de remoción de los contaminantes de una PTAR, cumpliendo con la normativa del DS N°-033-2010-MINAM.

Guardia y Ccente (2023) en su tesis “Evaluación de la eficiencia de remoción de la DBO, DQO y SST del tanque imhoff, de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Acoria, Provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica” realizaron la evaluación el porcentaje remoción del tanque imhoff de la PTAR del distrito de Acoria. Se realizó un muestreo en dos puntos clave para recopilar los datos: la entrada y la salida del tanque Imhoff. La recolección se llevó a cabo dos veces por semana durante ocho semanas, resultando en un total de 32 muestras. Se analizaron 16 muestras del afluente (entrada) y 16 del efluente (salida) para evaluar la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). Los resultados que obtuvieron fueron, para DBO con un promedio de remoción de 27.19%, DQO el promedio fue de 22.88% y SST el promedio fue 16.99%. Concluyeron que el tanque imhoff no alcanzó los estándares de eficacia de remoción establecido por el NTP OS 090 Reglamento Nacional de Edificaciones, que establece como porcentaje mínimo para DBO 30%, DQO 25% y SST

30%. Finalmente recomendaron realizar su mantenimiento regular y evaluaciones periódicas para mejorar la eficiencia de depuración.

Paucar (2023) en su tesis “Evaluación de la eficiencia de los procesos unitarios de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ajoyani – Carabaya, 2022” tuvo objetivo evaluar la eficiencia de remoción de los contaminantes en los procesos unitarios de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ajoyani. Su metodología consistió en la recolección de muestras en cada proceso del sistema de tratamiento de aguas residuales, evaluando los parámetros establecidos en el DS-003-2010-MINAM. Para evaluación de la eficiencia de los procesos unitarios tomo en cuenta los siguientes puntos de muestreo, en la entrada de la planta de tratamiento, en la salida de la cámara de rejillas (pretratamiento), en la salida de trampa de grasas (pretratamiento), en el sedimentador primario y secundario, en el reactor biológico y en la nave de macrofitas, obteniendo los siguientes resultados en cada proceso unitario; para el pretratamiento la eficiencia de remoción resultó 79.92% sólidos totales, DBO 1.93%, DQO 1.30%, aceites y grasas 30.60%, para la salida de trampa de grasas la eficiencia resultó, sólidos totales 5.54%, DQO 8.43%, DBO 4.02%, sedimentador primario y secundario la eficiencia resultó, 1.27% sólidos totales, DQO 4.62%, DBO 3.08%, grasas y aceites 85.22%, para el reactor biológico la eficiencia resultó, DBO 33.86%, DQO de 6.38%, sólidos totales 16.69%, aceites y grasas 79.51%, para nave de macrofitas la eficiencia resultó, DBO 11.63%, DQO 23.29%, coliformes totales 90%, aceites y grasas 4.29%. finalmente, los resultados para la eficiencia del efluente, pH 6.52, aceites y grasas 7.75 mg/L, cumpliendo con los límites máximos permisibles, por otra parte, DBO 128.80mg/L, DQO 235.36 mg/L, coliformes totales 4000 NMP, concluyo que la PTAR está

incumpliendo con los parámetros establecido en el DS N°-003-2010-MINAM, límites máximos permisibles.

Villar (2023) en su tesis “Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales N° 2 de la ciudad de Cajabamba – Cajamarca” tuvo un periodo de duración de mayo a octubre del 2022 con el objetivo de evaluar la PTAR N° 2 para determinar la eficiencia de descomposición de los parámetros DBO, DQO, sólidos suspendidos totales (SST), coliformes termotolerantes y aceites y grasas. Para la evaluación de la planta el autor tomo en cuenta 8 puntos de monitoreo para la toma de muestra (entrada de la PTAR, entrada al filtro percolador N1, entrada al tanque Dortmund N1, salida del tanque Dortmund N1, entrada al filtro percolador N2, entrada al tanque Dortmund N2, salida del tanque Dortmund N2 y punto de salida de la PTAR). Los resultados del estudio fueron los siguientes: aceites y grasas 2 mg/L, SST 102 mg/L, DBO 118 mg/L, DQO 245 mg/L, coliformes termotolerantes 4000000 NMP/100 ml, con estos resultados demostró que los parámetros DBO, DQO y coliformes termotolerantes no cumplen con el DS 003-2010-MINAM.

Atalaya (2022) en su tesis “Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en los parámetros DBO, DQO, SST, pH, T°, aceites y grasas, en Sorochuco, Celendín, Cajamarca” cuya finalidad fue determinar la eficiencia de remoción de la PTAR domésticas. El estudio de investigación fue desarrollado durante un periodo de tres meses tomando muestras cada 15 días, obteniendo seis muestras de cada parámetro con un total de 48 muestras. Los parámetros que fueron tomados in situ, la temperatura y el pH y el resto de los parámetros fueron enviados a un laboratorio. Los resultados de la eficiencia de remoción fueron los siguientes: DBO con un 70%, DQO con un 67.68%, SST con un 78.80%, aceites y grasas con un 64.34% y finalmente el resultado de la temperatura fue de

17.13 °C y pH con 7.31 unidades. Con estos resultados el autor concluyo que PTAR de Sorochuco es eficiente en los parámetros DBO, DQO, SST y aceites y grasas, de la misma forma cumplieron con los LMP establecidos en el DS 003-2010-MINAM.

Humanante et al. (2022) en artículo científico “Eficiencia de remoción e impacto del sistema de tratamiento de aguas residuales del sector urbano y rural de la Provincia de Santa Elena” los autores realizaron la evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales del sector Punta Carnero. La investigación fue de tipo experimental descriptiva con la finalidad de conocer los impactos que generan los parámetros por el incorrecto tratamiento. Para determinar la eficiencia de remoción de la PTAR fue necesario contar con las variaciones medias y de desviación estándar de la carga de contaminación de la entrada como de la salida, de los periodos 2015- 2020. Para la toma de muestra se tomó en cuenta cuatro sistemas lagunares (la Punta Carnero, Ancón, E. Anconcito 1, E, Anconcito 2). Los parámetros tomados en cuenta por los autores, aceites y grasas, coliformes fecales, DBO, DQO, pH, SST. Los resultados de la eficiencia de remoción de los cuatro sistemas lagunares fueron: DBO 46.73, 81.21, 41.32 y 47 %; DQO 41.89, 52.93, 44.95 y 39.03%; SST 41.27, 48.89, 48.62 y 45.,83%, aceites y grasas 53.86, 30.72, 30.51 y 50.20% y coliformes fecales 64.20, 98.24, 94.87 y 94.27 % respectivamente. Finalmente, los autores concluyeron que tres sistemas lagunares con respecto a DBO, DQO y coliformes fecales están por debajo de los porcentajes permitidos, así mismo, el impacto que genera el efluente puede ocasionar riesgos a la salud.

Cueva y García (2021) en su tesis “Evaluación de la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en una empresa Minera, Cajamarca 2020” los autores determinaron la eficiencia de la PTAR domesticas en relación a los distintos parámetros del

agua doméstica. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo debido a que evaluó mediante resultados numéricos de los parámetros físico, químico y microbiológico. Los parámetros que consideraron fueron del DS 003-2010-MINAM (aceites y grasas, SST, DBO, DQO, Temperatura y pH). Los resultados de la eficiencia de remoción de la PTAR fueron: aceites y grasas con 99.213%, SST con 89.339%, DBO con 99.487%, DQO con 94.035%. finalmente, los autores concluyeron que la PTAR domestica cumplen con el porcentaje de remoción optima, así mismo, comparando con el DS 003-2010-MINAM no sobrepasan los LMP para aguas residuales.

Clemente y Cuyubamba (2022) en su tesis “Evaluación de la eficiencia de la PTAR del distrito de Santa Ana de Tusi, como aporte del compromiso ambiental municipal-2021” evaluaron que tan eficiente se encuentra la PTAR del distrito Santa Ana de Tusi, así mismo determinaron y analizaron el manejo actual de la PTAR. La obtención de los datos, lo llevaron a cabo en el periodo del 2019 al 2020 y determinar la eficacia de la PTAR, comprobando si cumple con lo establecido en el DS 003-2010-MINAM. Los parámetros tomados en cuenta fueron de acuerdo a la normativa. Obtuvieron los siguientes resultados: para DBO 43%, DQO 73.4%, SST 38.7%, aceites y grasas 95%, coliformes termotolerantes 94.8% y coliformes totales 85.1%, concluyendo que la PTAR cumple con la eficiencia de acuerdo a la normativa para el periodo 2019, así mismo realizaron el mismo análisis para el periodo 2020 con los siguientes resultados DBO 92.5%, DQO 89.5%, SST 88.2%, aceites y grasas 97.5%, determinando que la PTAR cumple con los requisitos establecidos por el DS N° 003-2010-MINAM.

2.1.3. Antecedentes locales

Cabezas (2018) en su tesis “Remoción de huevos, larvas y quistes de enteroparásitos en las plantas de tratamiento de aguas residuales de los distritos de Huanta y Luricocha, Ayacucho 2017” evaluó la capacidad de remoción de huevos, larvas y quistes de enteroparásitos en las PTARs del distrito de Huanta y Luricocha. El investigador evaluó tres PTAR (Puca Puca, Ichpico y Aycas), obteniendo 20 muestras de cada PTAR con un total de 60 muestras, las muestras fueron tomadas cada 15 días durante 5 meses, los puntos de muestreo fueron en el afluente y efluente de cada PTAR. Sus resultados de la eficiencia de remoción de enteroparásitos fue de 98,4% para la PTAR de Puca Puca, 95,2% para la PTAR de Ichpico y 78,1% para la PTAR de Aycas. Por otra parte, halló huevos, quistes y larvas de enteroparásitos en aguas residuales en las tres PTARs y fueron los siguientes: *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Strongyloides stercoralis*, *Uncinarias*, *Giardia lamblia*, entre otros. Finalmente, el investigador concluyó que las tres PTARs analizadas no renuevan los huevos, larvas y quistes de enteroparásitos con lo cual están incumpliendo con los estándares nacionales de calidad ambiental para aguas establecido por el DS N° 015-2015-MINAM.

Chuchon y Aybar (2008) en su artículo “Evaluación de la capacidad de Remoción de bacterias coliformes fecales y la demanda bioquímica de oxígeno de la planta de tratamiento de aguas residuales “la Totora” Ayacucho, Perú” evaluaron la capacidad de remoción de bacterias coliformes fecales (BCF), así mismo, la demanda bioquímica de oxígeno en la PTAR “la totora”. Para obtener sus muestras seleccionaron siete puntos de muestreo, que incluyeron en el afluente de la PTAR, en el efluente del tanque imhoff, en el efluente de las lagunas facultativas 1 y 2, en el afluente de los filtros percoladores, en el efluente de la laguna de maduración N°3. Durante un periodo de 5 meses cada 15 días se recolectaron las

muestras, resultando con un total de 70 muestras. Los resultados mostraron una capacidad de remoción de 99.9850% de las bacterias coliformes fecales, siendo insuficiente para alcanzar el 99.9999% establecido por la ley general de aguas D. L. 17752, agua de categoría 3. En cuanto al DBO, se registró un 86.2% de remoción, insuficiente para alcanzar el 95.5947% requerido por el D.L. 17752. Por lo tanto, los investigadores concluyeron que la PTAR la totora no puede ser clasificada como agua de categoría 3.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aguas residuales

Como menciona la OEFA (2014) “son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado” (p. 6). Por otra parte, Díaz et al. (2012) mencionan que es la alteración de la calidad del agua que se ve afectado cuando los humanos introducen sustancias contaminantes directa o indirectamente, del mismo modo afirman que el agua residual está compuesta por componentes físicos, químicos y biológicos, además contiene mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos y disueltos.

2.2.2. Aguas residuales domesticas

Según López (2018) “menciona que son las provenientes de las actividades domésticas de la vida diaria como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc. Estos desechos presentan un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas” (p. 4). De tal manera, Osorio et al (2021) menciona que las aguas residuales domesticas son básicamente provenientes de las actividades del hombre en su rutina diaria, las cuales son recolectadas por un sistema de alcantarillado o vertidas directamente al ambiente.

2.2.3. Aguas residuales municipales

Según la OEFA (2014) “señala que son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado” (p. 3).

2.2.4. Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

La planta de tratamiento de aguas residuales según el DS N° 003-2010-MINAM menciona que es una infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales o domésticas, así mismo, una PTAR tiene como objetivo principal reducir los riesgos sanitarios y evitar la contaminación de las aguas (Mujeriego, 1990) y están especializadas para realizar procesos físicos, químicos o biológicos que permiten devolver sus características naturales al agua (Robles et al, 2023).

2.2.5. Tratamiento de aguas residuales

Según la MINAM (2009) “son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos, que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante el reusó” (p. 20). Así mismo, el tratamiento de las aguas residuales suele tener tres etapas de tratamiento. Según normativa OS.090 (S/F) “el tratamiento primario que tiene como objetivo la remoción considerable de la materia en suspensión, el tratamiento secundario lo cual permite la remoción de la materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión” (p. 15). Finalmente, el tratamiento terciario tiene como objetivo la remoción de nutrientes como el nitrógeno y fósforo, con la finalidad que el agua residual tratada no ocasione la eutrofización o el crecimiento de algas en el cuerpo receptor (MINAM, 2009).

2.2.6. Componentes de una PTAR

2.2.6.1. Sistema de rejas y desarenador

A. Cámara de rejas

La cámara de rejas tiene el propósito de retener los sólidos suspendidos que entraron desde la red del alcantarillado (Atalaya, 2022), así mismo, según Silva (2021) define a la cámara de rejas como una pieza indispensable e importante para toda PTAR, debido a que retiene las piedras, plásticos, sólidos, gruesos, escombros, entre otras basuras.

B. Desarenador

El desarenador es una pieza fundamental para toda PTAR después de la cámara de rejas, ya que el objetivo principal es retener la mayor cantidad de arena o partículas finas que están inmersas en las aguas residuales (Silva, 2021).

2.2.6.2. Tanque Imhoff

El tanque Imhoff es una tecnología del tratamiento primario y viene a ser la evolución de la fosa séptica, normalmente adopta la forma rectangular con una tolva en el parte inferior conformado por una cámara superior que se encarga de almacenar el agua residual y que tiene por objetivo separar los sólidos de inmediata sedimentación (Villar, 2023)

2.2.6.3. Filtros percoladores

Según Villar (2023) “son los sistemas aerobios de biomasa fija más extendidos en la industria. Suelen ser lechos fijos de gran diámetro, rellenos con rocas o piezas de plástico o cerámica con formas especiales para desarrollar una gran superficie” (p. 31).

2.2.6.4. Laguna de oxidación

Según Febles y Hoogesteijn (2010) “una laguna de oxidación o de estabilización es una excavación en el suelo donde el agua residual se almacena para su tratamiento por medio de la actividad bacteriana con acciones simbióticas de las algas y otros organismos” (p. 128).

2.2.7. Eficiencia de remoción

Humanante et al. (2022) explican que la eficiencia de un sistema de depuración de aguas residuales se calcula a partir de la masa o concentración de contaminantes que son removidos en relación con la masa o concentración final en el efluente. Esta determinación es crucial, ya que sirve como la base para verificar el óptimo funcionamiento de la planta de tratamiento.). Así mismo menciona la siguiente formula:

$$E(\%) = \frac{S_0 - S}{S_0} * 100$$

Donde:

E (%): Eficiencia de remoción de la PTAR;

S: Concentración de contaminante en salida de la PTAR (mg/L);

S₀: Concentración de contaminante en entrada de la PTAR (mg/L)

2.2.8. Límites máximos permisibles (LMP)

De acuerdo con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, los Límites Máximos Permisibles (LMP) son valores de concentración de parámetros físicos, químicos o biológicos en una emisión. Si estos límites se sobrepasan, pueden causar daños a la salud y al medio ambiente.

Tabla 2

Límites máximos permisibles

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Nota: La tabla muestra los límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR según

el DS N° 003-2010-MINAM

2.2.9. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Córdova et al. (2021) menciona que es la cantidad de oxígeno requerido por las bacterias para descomponer la materia orgánica en condiciones aerobias, por otra parte, Isea et al. (2015) considera que es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno en la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas residuales y su aplicación nos permite calcular los efectos de las descargas sobre la calidad del agua en los cuerpos receptores.

2.2.10. Demanda química de oxígeno (DQO)

Según la OS.090 (S/F) es la “medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio” (p. 6). Sin embargo, Córdova et al. (2021) considera que la DQO mide el oxígeno equivalente de sustancias orgánicas en una muestra acuosa que es susceptible a la oxidación por dicromato de potasio en una solución de ácido sulfúrico del agua residual.

2.2.11. Sólidos suspendidos totales (SST)

De acuerdo con López (2018) define a los sólidos suspendidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105 °C. así mismo, Quispe (2021) señala que los SST son indicadores que están relacionada con la cantidad de luz que atraviesa en el cuerpo lotico, la cual es primordial para que exista la fotosíntesis y mantener el oxígeno.

2.2.12. Potencial de hidrogeno (pH)

Es una medida donde se muestra los iones del hidrogeno, mediante una escala que varía entre 1 y 14, reflejando así la alcalinidad o acidez de una muestra, así mismo, esta medición nos muestra la intensidad de la acidez, basicidad y alcalinidad. (Mamani, 2024).

2.2.13. Coliformes termotolerantes

Según la OS 090 (S/F) “son bacterias Gram negativas no esporuladas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a 35 +/- 0,5 °C” (p. 6). por otra parte, son organismos presentes en las aguas residuales que sirven como indicador de la presencia de microorganismo patógenos (Mamani, 2024).

2.3. Dedición de términos

- A) Aguas residuales:** Agua que ha sido afectado negativamente, alterando su composición natural, producto de la intervención humana.
- B) Planta de tratamiento de aguas residuales:** Infraestructura que permite reducir los contaminantes presentes en las aguas residuales.
- C) Afluente de PTAR:** Agua que contiene contaminantes e ingresa a una planta de tratamiento.
- D) Parámetros del agua residual:** Factor que influyen en la calidad del agua y pueden ser físicos, químicos y microbiológicos.
- E) Parámetro físico químico:** Característica cuantificable de una sustancia que define su estructura física o química.
- F) Parámetro microbiológico:** Evaluación cuantitativa o cualitativa que indica la presencia, cantidad y tipo de microorganismos en una muestra.
- G) Concentración:** La concentración es la medida que indica cuánta cantidad de una sustancia está presente en cada unidad de volumen.
- H) Eficiencia de remoción:** Es la medición que determina el porcentaje de remoción de la carga de los contaminantes en una PTAR.
- I) Efluente de PTAR:** Agua residual que sale con un tratamiento previo.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación está enfocada en el tipo de investigación básica, porque se pretende ampliar los conocimientos que contribuyan a la comprensión de la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc. Según Gonzales (2004) “menciona como el conjunto de actividades humanas que están encaminadas y consiguen ampliar el conocimiento sobre nosotros mismos o sobre el mundo que nos rodea con precisión y objetividad. No posee otra finalidad intrínseca que hacer crecer el conocimiento” (p. 45).

3.1.2. Nivel de investigación

La presente investigación tiene un nivel de investigación descriptivo, porque se pretende describir el antes y el después del tratamiento del agua residual. Carhuamaca (2023) menciona que la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres, actitudes predominantes a través de la descripción exactas de las actividades, objetos, procesos y personas. Por otra parte, los estudios descriptivos son esencialmente observacional, porque son estudios sin intervención del investigador ya que observa el fenómeno y lo describe en su campo de acción sin intervenir o modificar el ámbito de estudio (Ochoa y Yunkor, 2020).

3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental, debido a que el estudio fue sin la manipulación de las variables. El autor Hernández et al (2014) nos menciona que la investigación no experimental es el estudio que se realiza sin la manipulación

deliberadamente de las variables y que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos, esto quiere decir que no se tiene un control directo sobre las variables porque ya sucedieron. Así mismo la investigación será longitudinal, ya que la toma de los datos del estudio será en dos tiempos (temporada seca y temporada lluviosa). Según delgado y Llorca (2004) nos indican que un estudio longitudinal es el que implica más de dos mediciones a lo largo de un seguimiento.

3.3. Ámbito temporal y espacial

3.3.1. Ámbito temporal

La presente investigación tiene una duración de 5 meses, iniciando con la primera recopilación de muestras de aguas residuales, realizado en la temporada seca, el 3 de octubre del 2024 y la segunda recopilación de muestras de aguas residuales realizado en la temporada lluviosa realizado el 04 de diciembre del 2024.

3.3.2. Ámbito espacial

3.3.2.1. Ubicación política

- Región : Ayacucho
- Provincia : Huanta
- Distrito : Luricocha

3.3.2.2. Ubicación geográfica

La planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc se encuentra ubicado en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, en la región de Ayacucho. Ubicado en las coordenadas geográficas 12°53'43" latitud sur y 74°18'05" longitud oeste, coordenadas UTM 424208.31 este y 1425658.05 norte, a una altitud de 2362 msnm.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

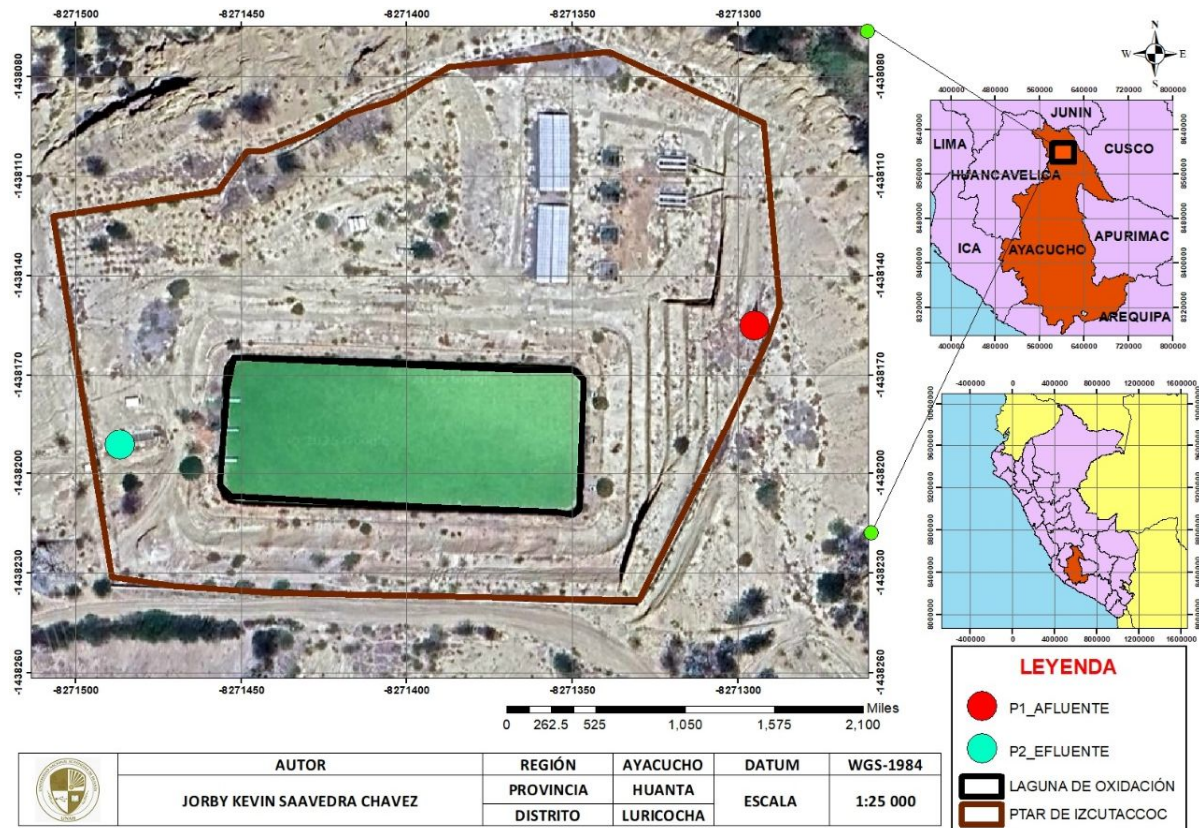
Según lo mencionado por Hernández et al. (2020) “define a la población como al conjunto de personas y objetos de lo que se desea conocer algo en una investigación” (p, 6). Por tal razón, la población para estudio de investigación será la planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc del distrito de Luricocha.

3.4.2. Muestra

La muestra es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación (López, 2004, como se citó en Peña, 2024, p. 5556). En tal sentido, la investigación tomo en cuenta dos puntos de monitoreo, punto de monitoreo 1 (p1_afluente) en el afluente (entrada de la cámara de rejillas de la PTAR), y el punto de monitoreo 2 (P2_efluente) en el efluente (salida de la laguna de oxidación de la PTAR), En total se tomó 14 muestras del afluente y 14 muestras del efluente de la PTAR dando como resultado 28 muestras en total. Los puntos P1_afñuente y P2_efluente se muestran en la siguiente figura:

Figura 1

Mapa de la PTAR de Izcutaccoc-Luricocha



Nota: Mapa de la planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc

3.5. Instrumentos

Los instrumentos son herramientas concretas y operativas que permiten al investigador la recolección de datos (Soriano, 2014). En la presente investigación se utilizaron los siguientes instrumentos.

- **Cadena de custodia**

Es un instrumento que se utilizó con la finalidad de preservar la identidad e integridad de las muestras tomadas en el estudio de investigación: donde reflejo el número de muestra, la hora de muestra, tipo de frasco, volumen de la muestra, reactivos de preservación como se muestra en el anexo 1.

- **Registro de datos de campo (in situ)**

Es el instrumento que nos permitió tomar los datos en campo, dando a conocer el nombre de la PTAR, la denominación de los puntos de monitoreo, la fecha y la hora. El registro de campo que se utilizó en la investigación fue considerado de la RM N° 273-2013-VIVIENDA.

- **Identificación de puntos de monitoreo**

Este instrumento permitió dar a conocer los puntos de monitoreo a considerar en la presente investigación. Para conocer los puntos de monitoreo se utilizó la ficha de ubicación del punto de monitoreo de la RM N° 273-2013-VIVIENDA.

3.5.1. Materiales y equipos

A) Materiales de campo

- Ficha de campo
- Registro de cadena de custodia
- Tablero
- Etiquetas para rotular frascos
- Guantes descartables
- Cooler
- Gel refrigerante
- Plumón indeleble, lapicero
- Frascos de plásticos y vidrio

B) Equipos

- Multiparámetro Hanna
- Cámara fotográfica
- GPS

C) Equipos de protección personal (EPPs)

- Casco
- Guantes
- Overol
- Zapato de seguridad
- Lentes de seguridad
- Mascarillas

3.6. Procedimientos

3.6.1. Identificación de puntos de monitoreos

Para la identificación de los puntos de monitorio, se optó por tomar en cuenta la RM N° 273-2013-VIVIENDA, mediante la cual se estableció en punto P1 Y P2 como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3

Puntos de monitoreos de la PTAR-Izcutaccoc

Puntos de monitoreo	Coordenada UTM		Altitud msnm
	Este	Norte	
P1 afluente	575707E	8574414N	2638
P2 efluente	575505E	8574395N	2615

Nota: ubicación de los puntos de monitoreos de la PTAR- Izcutaccoc con sus respectivas coordenadas.

3.6.2. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

La selección de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para este estudio se basó en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, que establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas

o municipales. Por lo tanto, se incluyó el análisis de siete parámetros clave: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), aceites y grasas, sólidos totales suspendidos, coliformes termotolerantes, pH y temperatura.

3.6.3. Toma de parámetros

Se procedió con el muestreo de los puntos de afluente y efluente de la planta, siguiendo estrictamente los protocolos establecidos por el laboratorio SGS-PERÚ y la Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA, que regula el monitoreo de efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. Las muestras, que incluyeron DBO, DQO, aceites y grasas, sólidos totales suspendidos, y coliformes termotolerantes, fueron recolectadas en recipientes plásticos, con la excepción de los aceites y grasas, para los que se utilizó un frasco de vidrio. Cada muestra fue debidamente etiquetada con la fecha y hora de recolección.

3.6.4. Toma de parámetros de campo

Para el monitoreo in situ de la temperatura y el pH, se utilizó un multiparámetro de marca HANNA. El procedimiento para la toma de datos consistió en la calibración del equipo, su posterior inmersión en una muestra de agua residual y una espera de un minuto para el registro de los valores.

3.6.5. Conservación y traslado de muestras

Una vez recogidas las muestras fueron conservadas en un cooler a menos 6 °C con gel pack refrigerantes, con la finalidad de que las muestras lleguen en buen estado.

Las muestras fueron trasladadas a una agencia de envío hacia la ciudad de Lima, sede del laboratorio SGS-PERU-SAC, así mismo las muestras fueron recogidas por el laboratorio antes de las 24 horas para sus análisis correspondientes.

3.6.6. Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Las muestras fisicoquímicos y microbiológicos fueron analizados por el laboratorio de SGS-PERU-SAC siguiendo sus métodos como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4

Análisis, método y acreditación para el muestreo de las aguas residuales indicados por el laboratorio SGS-PERÚ (Societe General de Surveillance)

Análisis	Método	Acreditación
Aceites y grasas (mg/L)	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015	NTP-ISO/IEC 17025:2017 / AAC, AB, AC, ACE, AIRP, AIRS, AL, ALA, AM, AP, APR, ARD, ARI, ARM, AS, ASL, ASUB, SAL
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test	NTP-ISO/IEC 17025:2017 / AAC, AB, AC, ACE, AIRP, AIRS, AL, ALA, AM, AP, APR, ARD, ARI, ARM, AS, ASL, ASUB, SAL
Demanda Química de Oxígeno COL (mg/L)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017	NTP-ISO/IEC 17025:2017 / AAC, AB, AC, ACE, AIRP, AL, ALA, AP, APR, ARD, ARI, ARM, AS, ASUB
Numeración de coliformes fecales o termotolerantes (NMP/100 mL)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo). 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	NTP-ISO/IEC 17025:2017 / AB, AC, ACE, AIRS, ALA, AM, AP, APR, ARD, ARI, ARM, AS, ASL, ASUB, SAL

		Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)	
Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D: 23rd: 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017	NTP-ISO/IEC 17025:2017 / AAC, AB, AC, ACE, AIRP, AIRS, AL, ALA, AM, AP, APR, ARD, ARI, ARM, AS, ASL, ASUB, SAL

Fuente: SGS-PERÚ (Societe General de Surveillance), muestra el análisis, el método y la acreditación para el análisis de las aguas residuales.

3.7. Análisis de datos

Una vez que se obtuvieron los resultados de campo y de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, tanto de las estaciones seca y lluviosa, se procedió a calcular la eficiencia de remoción. Posteriormente, se elaboraron gráficos para comparar los resultados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del DS N° 003-2010-MINAM, permitiendo así evaluar el cumplimiento de la normativa e interpretar el desempeño del sistema.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADO

4.1.1. Determinación de la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológico de la PTAR de Izcutaccoc del distrito de Luricocha.

Tabla 5

Eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Parámetro	Temporada	Concentración Del afluente	Concentración del efluente	Eficiencia de remoción %
Solidos totales en suspensión	Seca	78 mL/L	3 mL/L	96.15%
	Lluviosa	200 mL/L	60 mL/L	70.00%
Demanda bioquímica de oxígeno	Seca	66.7 mg/L	10.3 mg/L	84.56%
	Lluviosa	65.4 mg/L	22.11 mg/L	66.20%
Demanda química de oxígeno	Seca	178.3 mg/L	51.4 mg/L	71.40%
	Lluviosa	186.6 mg/L	60.7 mg/L	67.47%
Aceites y grasas	Seca	13.9 mg/L	0.4 mg/L	90.65%
	Lluviosa	12 mg/L	1.3 mg/L	89.10%
pH	Seca	7.03 unidad	7.02 unidad	
	Lluviosa	7.55 unidad	8.69 unidad	
Temperatura	Seca	21.63°C	17.48°C	
	Lluviosa	21.45 °C	24.5°C	
Coliformes termotolerantes	Seca	35000000 NMP/100ML	79000 NMP/100ML	97.74%
	Lluviosa	790000 NMP/100ML	23000 NMP/100ML	97.08%

Nota: Resultado de la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímico y microbiológico de la PTAR Izcutaccoc (época seca y lluviosa).

La Tabla 5 presenta un análisis detallado de la eficiencia de remoción de la PTAR de Izcutaccoc, destacando la influencia de las variaciones estacionales. Los datos revelan diferencias significativas en la capacidad de tratamiento entre las temporadas seca y lluviosa para la mayoría de los parámetros evaluados. La eficiencia de remoción de los SST mostró una diferencia considerable, con un 96.15% en la temporada seca frente a un 70.00% en la lluviosa con variación del 26.15%, para la DBO Se observó una remoción de 84.56% en la temporada seca, mientras que en la lluviosa esta eficiencia disminuyó al 66.20%, mostrando una diferencia de 18.36%, así mismo, para la DQO la eficiencia fue 71.40% en la temporada seca y 67.47% en la lluviosa, con una variación de 3.93%. En cuanto aceites y grasas este parámetro presentó una alta y consistente remoción en ambas temporadas (90.65% en la seca y 89.10% en la lluviosa). La mínima diferencia de 1.55%.

Se observaron cambios significativos en el pH y la temperatura del afluente entre las temporadas. El pH varió de 7.02 en la temporada seca a 8.69 en la lluviosa, mientras que la temperatura aumentó de 17.48 °C a 24.5 °C. Finalmente, para el análisis de los parámetros microbiológicos reveló que la eficiencia de remoción de los coliformes termotolerantes fue del 97.74% durante la temporada seca, con una ligera disminución a 97.08% en la temporada lluviosa.

4.1.2. Determinación de la eficiencia de la concentración fisicoquímica del afluente y efluente de la PTAR de Izcutaccoc del distrito de Luricocha.

A) Resultado de Concentración de los sólidos suspendidos totales (SST)

Tabla 6

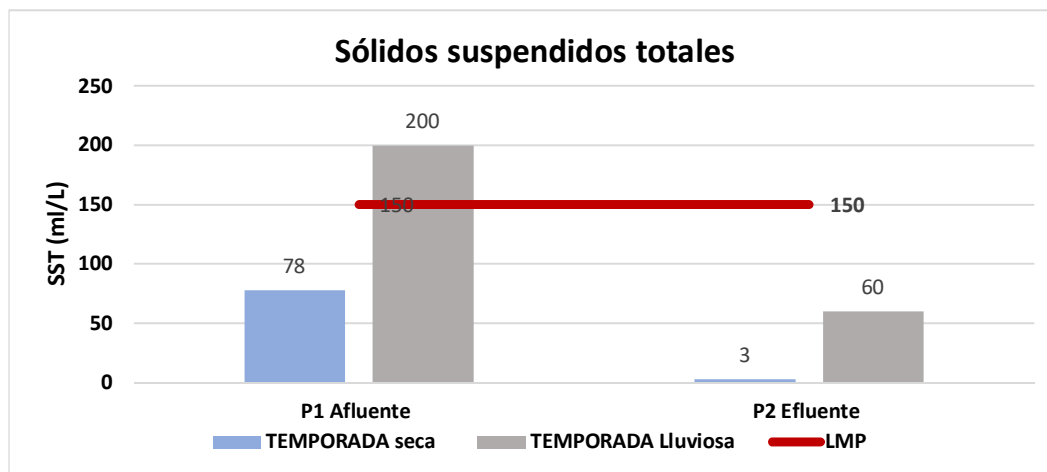
Concentración de remoción de SST obtenido de la PTAR-Izcutaccoc

Temporada	Parámetro	Punto de monitoreo	Concentración	D.S. N° 003-2010-MINAM	% de remoción
Seca	Sólidos suspendidos totales	P1 afluente	78 mL/L	150 mL/L	96.15%
		P2 efluente	3 mL/L		
Lluviosa	Sólidos suspendidos totales	P1 afluente	200 mL/L		70.00%
		P2 efluente	60 mL/L		

Fuente: SGS-PERÚ (Societe General de Surveillance), resultado de SST.

Figura 2

Concentración de los SST y comparación con el LMP



En la tabla 6 y figura 2, se muestra los resultados de los sólidos suspendidos totales (SST) de la PTAR Izcutaccoc para la temporada seca, la concentración de los SST en el afluente reporto 78 mg/L y 3 ml/L en el efluente, resultando con una eficiencia de remoción de 96.15% de la PTAR Izcutaccoc. Para la temporada lluviosa la concentración de los SST en el afluente reporto 200 mg/L y 60 ml/L en el efluente, resultando con una eficiencia de remoción de 70.00%. Así mismo. se observa que, en los sólidos suspendidos totales, en el afluente de la temporada lluviosa sobrepasa con 200 ml/L, el rango (150 mg/L) permitido de los límites máximos permisibles establecidos en el DS 003-2010-MINAM y en el efluente de las 2 temporadas se encuentran por debajo del rango permitido de los límites máximos permisibles (LMP).

B) Resultado de concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Tabla 7

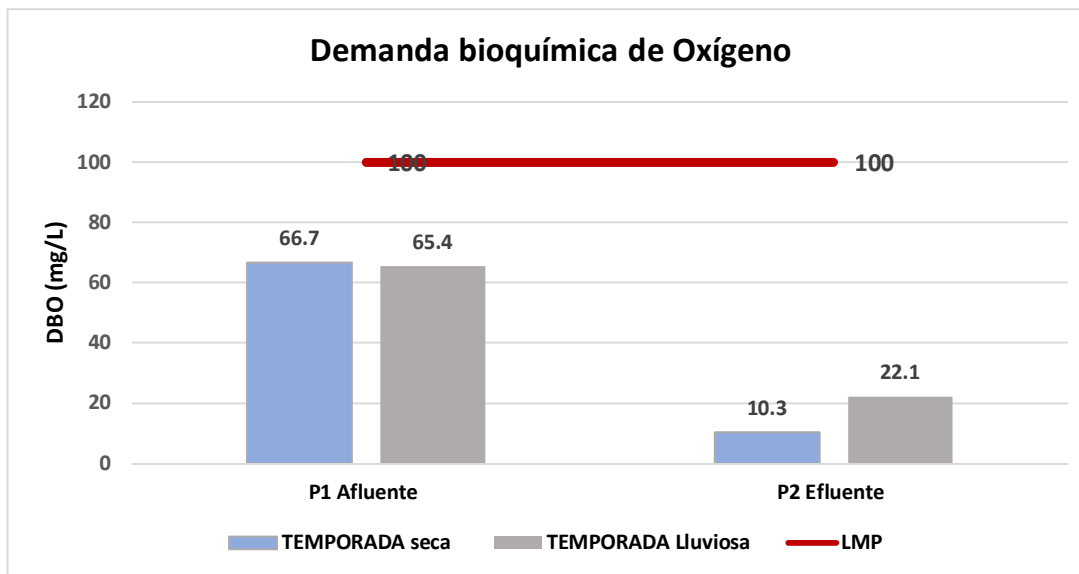
Porcentaje de remoción de DBO obtenido de la PTAR-Izcutaccoc

Temporada	Parámetro	Punto de monitoreo	Concentración	D.S. N° 003-2010-MINAM	% de remoción
Seca	Demanda bioquímica de oxígeno	P1 afluente	66.7 mg/L	100 mg/L	84.56%
		P2 efluente	10.3 mg/L		
Lluviosa		P1 afluente	65.4 mg/L		66.20%
		P2 efluente	22.1 mg/L		

Fuente: SGS-PERÚ (Societe General de Surveillance), resultado de DBO.

Figura 3

Concentración de la DBO y comparación con el LMP



En la tabla 7 y figura 3, se muestra los resultados de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de la PTAR Izcutacocc, en la temporada seca la concentración del DBO registro en el afluente 66.7 mg/L y 65.4 mg/L en el efluente, resultando una eficiencia de remoción de 84.56%. así mismo, para la temporada lluviosa la concentración del DBO registro 65.4 mg/L en el afluente y 22.1 mg/L en el efluente, resultando una eficiencia de remoción de 66.20%. por otra parte, la demanda bioquímica de oxígeno en las 2 temporadas las concentraciones del efluente se encuentran dentro del rango (100 mg/L) permitido de los límites máximos permisibles, establecidos por el DS 003-2010-MINAM.

C) Resultado de concentración de la demanda química de oxígeno (DQO)

Tabla 8

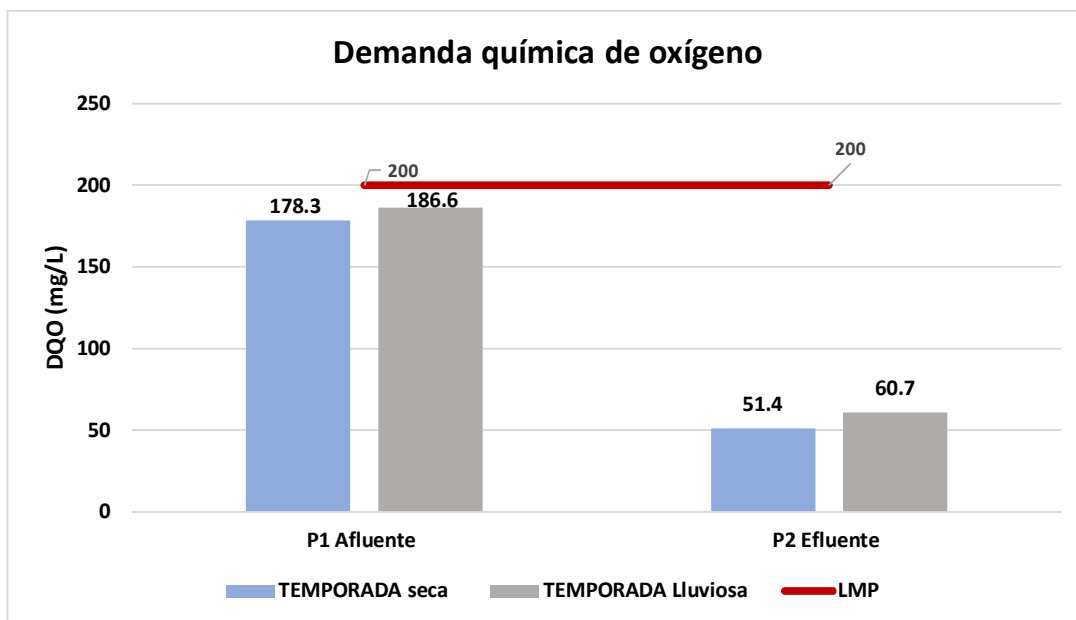
Porcentaje de remoción de DQO obtenido de la PTAR-Izcutaccoc

Temporada	Parámetro	Punto de monitoreo	Concentración	D.S. N° 003-2010-MINAM	% de remoción
Seca	Demanda química de oxígeno	P1 afluente	178.3 mg/L	200 mg/L	71.40%
		P2 efluente	51.4 mg/L		
P1 afluente		186.6 mg/L	67.47%		
P2 efluente		60.7 mg/L			

Fuente: SGS-PERÚ (Societe General de Surveillance), resultado de DQO.

Figura 4

Concentración de la DQO y comparación con el LMP



En la tabla 8 y figura 4, se muestra los resultados de la demanda química de oxígeno (DQO) de la PTAR Izcutacoc, en la temporada seca la concentración del DQO registro en el afluente 178.3 mg/L y 51.4 mg/L en el efluente, resultando una eficiencia de remoción de 71.40%. así mismo, para la temporada lluviosa la concentración del DBO registro 186.6 mg/L en el afluente y 60.7 mg/L en el efluente, resultando una eficiencia de remoción de 67.47%. Así mismo, se observa que en las 2 temporadas las concentraciones del afluente se encuentran dentro del rango (200 mg/L) permitido de los límites máximos permisibles, establecidos por el DS 003-2010-MINAM.

D) Resultado de concentración de aceites y grasas

Tabla 9

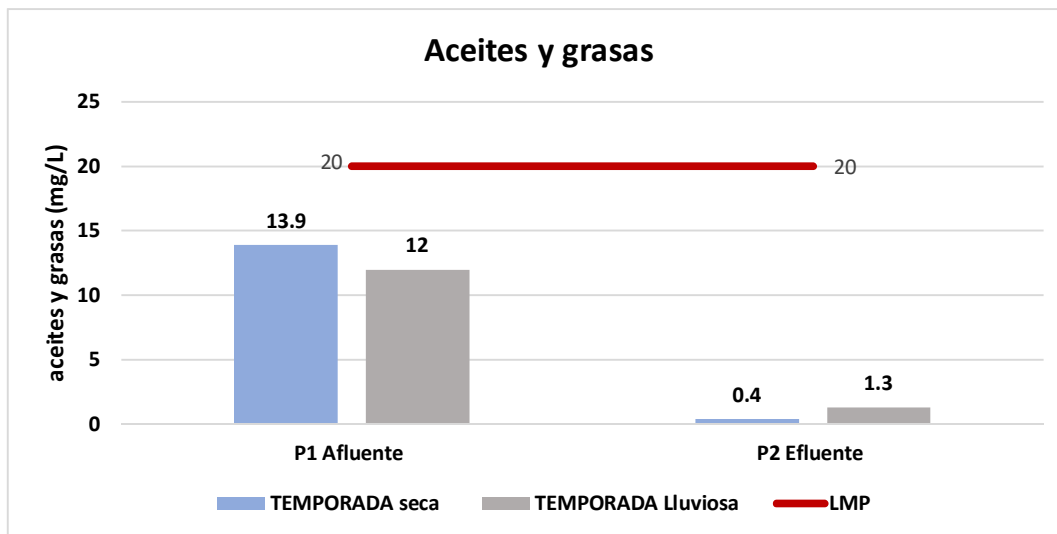
Porcentaje de remoción de aceites y grasas obtenido de la PTAR-Izcutacoc

Temporada	Parámetro	Punto de monitoreo	Concentración	D.S. N° 003-2010-MINAM	% de remoción
Seca	Aceites y grasas	P1 afluente	13.9 mg/L	20 mg/L	90.65%
		P2 efluente	0.4 mg/L		
Lluviosa	Aceites y grasas	P1 afluente	12 mg/L		89.10%
		P2 efluente	1.3 mg/L		

Fuente: SGS-PERÚ (Societe General de Surveillance), resultado de aceites y grasas.

Figura 5

Concentración de aceites y grasa y comparación con el LMP



En la tabla 9 y figura 5, se presentan los resultados de aceites y grasas en la PTAR Izcutaccoc. Durante la temporada seca, la concentración de aceites y grasas fue de 13.9 mg/L en el afluyente y 0.4 mg/L en el efluente, alcanzando una eficiencia de remoción del 90.65%. En la temporada lluviosa, la concentración de aceites y grasas en el afluyente fue de 12 mg/L y en el efluente de 1.3 mg/L, con una eficiencia de remoción del 89.10%. Además, se observa que en ambas temporadas las concentraciones se mantienen dentro del rango permitido (20 mg/L) según los límites máximos permisibles establecidos por el DS 003-2010-MINAM. Estos resultados evidencian que la PTAR Izcutaccoc es eficaz en la remoción de aceites y grasas.

E) Resultados del potencial de hidrogeno (pH)

Tabla 10

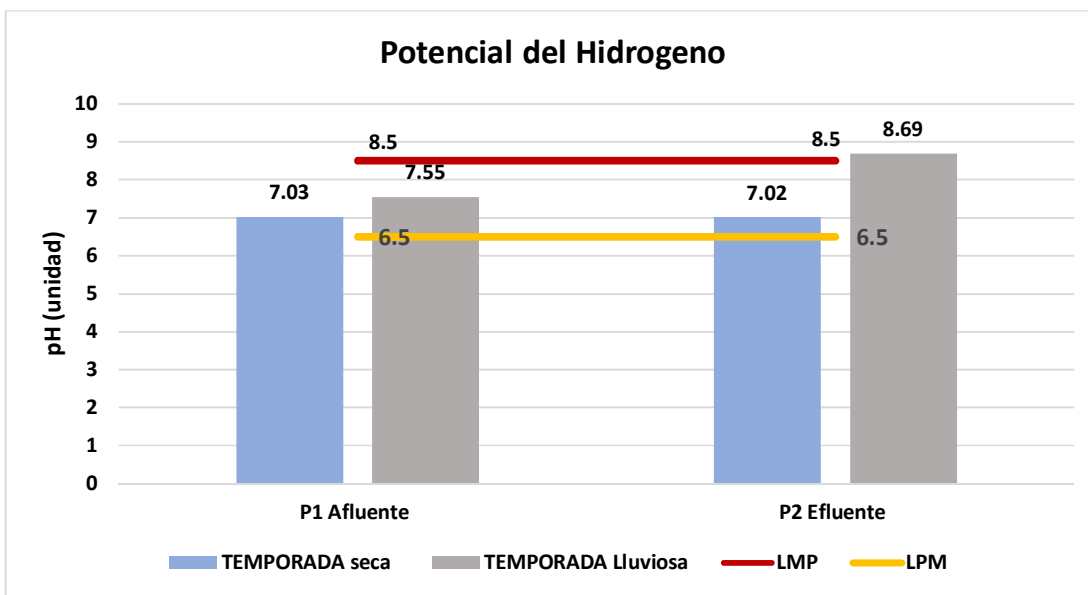
Resultados del pH obtenido de la PTAR-Izcutaccoc

Temporada	Parámetro	Punto de monitore	de Concentración	D.S. N° 003-2010-MINAM
Seca	Potencial de hidrogeno	P1 afluente	7.03 unidad	6.5-8.5
		P2 efluente	7.02 unidad	
P1 afluente		7.55 unidad		
P2 efluente		8.69 unidad		

Nota: se muestra el resultado de pH obtenidos en campo.

Figura 6

Potencial del Hidrogeno y comparación con el LMP



En la tabla 11 y figura 7, se muestran los resultados del pH de la PTAR Izcutaccoc. Durante la temporada seca, se registraron valores de 7.03 en el afluente y 7.02 en el efluente, lo que indica que el pH se mantiene cerca de la neutralidad. En cambio, en la temporada lluviosa, los valores fueron de 7.55 en el afluente y 8.69 en el efluente, lo que sugiere un pH alcalino.

Así mismo, revela que, en la temporada seca, los valores se encuentran dentro del rango permitido (6.5-8.5) y en la temporada lluviosa sobrepasa el rango permitido con 8.69, según los límites máximos permisibles establecidos por el DS 003-2010-MINAM.

F) Resultados de la temperatura

Tabla 11

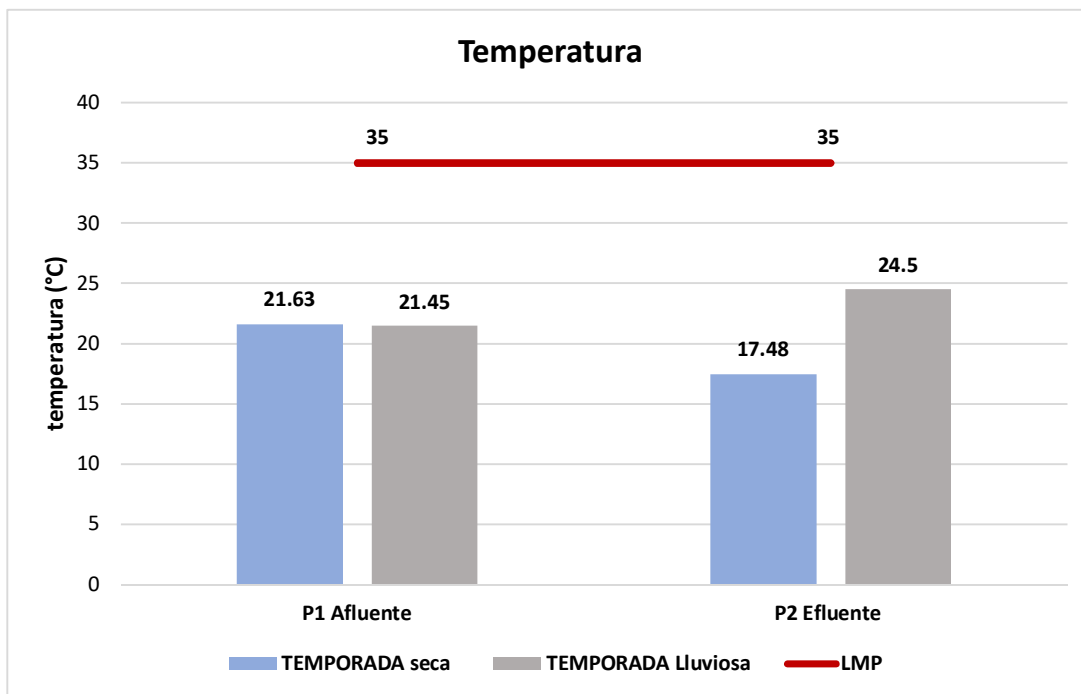
Resultados del Temperatura obtenido de la PTAR-Izcutaccoc

Temporada	Parámetro	Punto de monitoreo	Concentración	D.S. N° 003-2010-MINAM
Seca	temperatura	P1 afluente	21.63 °C	
		P2 efluente	17.48°C	
Lluviosa	temperatura	P1 afluente	21.45°C	<35°C
		P2 efluente	24.5°C	

Nota: se muestra el resultado de la temperatura obtenidos en campo.

Figura 7

Temperatura y comparación con el LMP



En la tabla 12 y figura 8, se presentan los resultados de la temperatura de la PTAR Izcutaccoc. Durante la temporada seca, se registraron 21.63°C en el afluente y 17.48°C en el efluente, mientras que, en la temporada lluviosa, los valores fueron de 21.45°C en el afluente y 24.5°C en el efluente. Por otra parte, se puede ver que, en ambas temporadas, la temperatura se mantiene dentro del rango permitido (<35°C) según los límites máximos permisibles, establecidos por el DS 003-2010-MINAM.

4.1.3. Determinación de la eficiencia de la concentración microbiológico del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales de Izcutaccoc del distrito de Luricocha.

A) Resultado de concentración de coliformes termotolerantes

Tabla 12

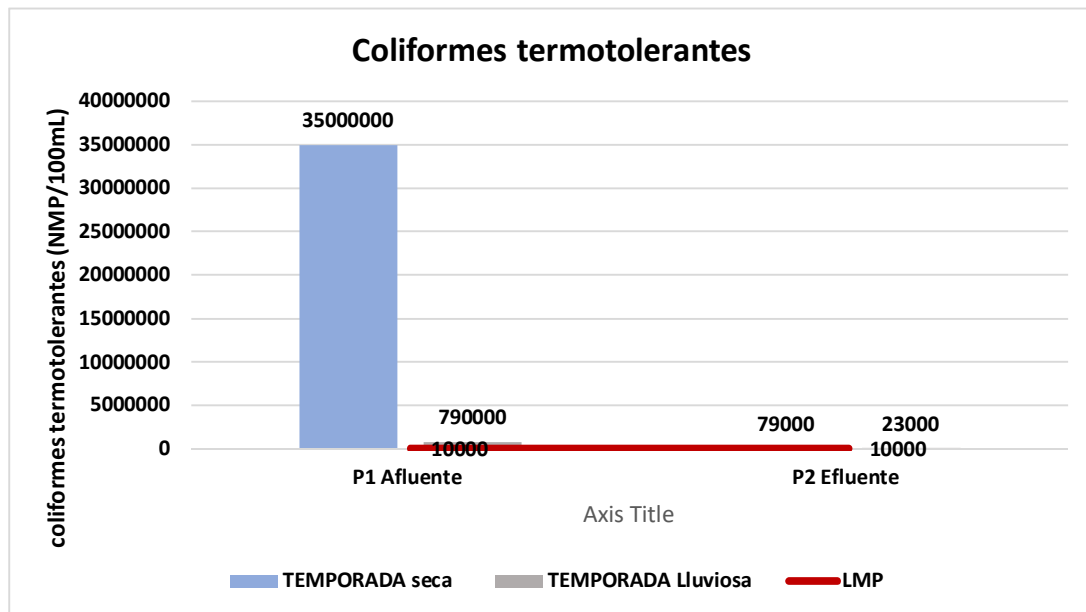
Porcentaje de remoción de coliformes termotolerantes obtenido de la PTAR-Izcutaccoc

Temporada	Parámetro	Punto de monitoreo	Concentración	% de remoción	D.S. N° 003-2010-MINAM
Seca	Coliformes termotolerantes	P1 afluente	35000000 NMP/100MI	97.74%	10,000 NMP/100 mL
		P2 efluente	79000 NMP/100MI		
Lluviosa	Coliformes termotolerantes	P1 afluente	790000 NMP/100MI	97.08%	
		P2 efluente	23000 NMP/100MI		

Fuente: SGS-PERÚ (Societe General de Surveillance), resultado de coliformes termotolerantes.

Figura 8

Concentración de los coliformes termotolerantes y comparación con el LMP



En la tabla 10 y figura 6, se presentan los resultados de los coliformes termotolerantes en la PTAR Izcutaccoc. Durante la temporada seca, la concentración de coliformes termotolerantes en el afluente fue de 35,000,000 NMP/100mL y en el efluente 79,000 NMP/100mL, lo que resultó en una eficiencia de remoción del 97.74%. En la temporada lluviosa, la concentración en el afluente fue de 790,000 NMP/100mL y en el efluente 23,000 NMP/100mL, con una eficiencia de remoción del 97.08%. Además, se observa que en ambas temporadas las concentraciones de los coliformes termotolerantes superan el rango permitido (10,000 NMP/100mL) según los límites máximos permisibles establecidos por el DS 003-2010-MINAM.

4.2. DISCUSIÓN

Discusión 1

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran una alta eficiencia de remoción en el tratamiento de agua residuales de la PTAR Izcutaccoc para los parámetros fisicoquímicos en las dos temporadas, con resultados para Sólidos Suspendedos Totales (96.15% y 70.00%), Demanda Bioquímica de Oxígeno (84.56%, 66.20%), Demanda Química de Oxígeno (71.40%, 67.47%) y Aceites y Grasas (90.65% y 89.10%). Por otra parte, para el parámetro microbiológico la eficiencia de remoción fue (97.74%, 97.08%). Estos hallazgos son consistentes con estudios previos realizado como por Atalaya (2022) quien también reportó una alta eficiencia de la PTAR de Sorochuco para los mismos parámetros, confirmando que la planta cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del DS 003-2010-MINAM. De manera similar, Cueva y García (2021) obtuvieron resultados óptimos en una PTAR minera en Cajamarca, con eficiencias del 89.339% para SST, 99.487% para DBO, 94.035% para DQO y 99.213% para aceites y grasas.

De tal manera al contrastar los resultados de la PTAR de Izcutaccoc con los estándares de la norma OS.090 del Reglamento Nacional de Edificaciones, se observa un rendimiento sobresaliente. Dicha normativa exige porcentajes mínimos de remoción para Sólidos Suspendedos Totales (SST), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO). En el caso de los SST, la PTAR superó con creces el requisito mínimo del 30%, logrando una eficiencia del 96.15% en la temporada seca y 70.00% en la lluviosa. Este desempeño demuestra la gran capacidad de la planta para eliminar sólidos suspendidos. De manera similar, la eficiencia en la remoción de DBO, que debe ser de al menos 30% según la OS.090, fue del 84.56% y 66.2% para las temporadas seca y lluviosa, respectivamente. Esto evidencia una alta eficacia en la degradación de la materia orgánica y

finalmente, la remoción de DQO alcanzó el 71.4% y 67.47%, superando significativamente el mínimo del 25% exigido por la norma. Estos resultados confirman la sólida capacidad de la planta para oxidar la materia orgánica de las aguas residuales.

Discusión 2

En lo que respecta a la concentración de los parámetros fisicoquímicos, la concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el efluente fue de 3 mg/L y 60 mg/L durante las temporadas seca y lluviosa, respectivamente. Estos valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el DS 003-2010-MINAM, lo que demuestra una alta eficiencia de remoción, alcanzando el 96.15% en la temporada seca y el 70.00% en la temporada lluviosa. Estos niveles de eficiencia superan los reportados en estudios internacionales, como el de Nwoko et al. (2023) en Nigeria, que registró una remoción de solo el 21.3%. Además, la alta eficiencia de remoción de SST en la temporada seca es comparable con la de estudios nacionales, como Clemente y Cuyubamba (2019) quienes obtuvieron una eficiencia del 88.2% para este mismo parámetro.

La concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en el efluente fue de 10.3 mg/L y 22.1 mg/L en las temporadas seca y lluviosa, respectivamente. Estos valores cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) del DS 003-2010-MINAM, lo que refleja una eficiencia de remoción del 84.56% en la temporada seca y 66.2% en la lluviosa. Las concentraciones de DBO obtenidas en nuestro estudio son significativamente más bajas que las reportadas en otras investigaciones. Como de Muhammand y Bashar (2023) en Irak, y Guardia y Ccente (2023) en Acoria, Perú, que reportaron valores en el afluente de 40.3 mg/L y 83 mg/L, respectivamente, lo que resalta la mayor efectividad de nuestro sistema en la reducción de este parámetro.

Respecto a la Demanda Química de Oxígeno (DQO), las concentraciones en el efluente fueron de 51.4 mg/L y 60.7 mg/L en la temporada seca y lluviosa, respectivamente. Estos valores están por debajo de los límites máximos permisibles, lo que se traduce en una eficiencia de remoción del 71.4% y 67.47%. Estos porcentajes superan los resultados de otros estudios como el de Muhammand y Bashar (2023), que obtuvo una remoción del 30.6%, y Guardia y Ccente (2023), con un 22.88%.

En cuanto a los aceites y grasas, las concentraciones fueron de 0.4 mg/L y 1.3 mg/L en ambas temporadas, respectivamente. Estos valores cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) del DS 003-2010-MINAM, demostrando una eficiencia de remoción del 90.65% y 89.10%. Estos resultados superan los de otros estudios, como el de Mamani (2024), quien reportó una concentración de aceites y grasas de 74.70 mg/L, un valor que excedió los LMP. Por otro lado, nuestros hallazgos son comparables con el estudio de Cueva y García (2021), quienes lograron una eficiencia de remoción del 99.213% en una PTAR doméstica de Cajamarca, con una concentración en el efluente de 0.4 mg/L, cumpliendo también con la normativa vigente.

Los resultados del pH del efluente fueron 7.02 en la temporada seca y 8.69 en la temporada lluviosa, superando este último el Límite Máximo Permisible (LMP) del DS 003-2010-MINAM. Este aumento en el pH durante la temporada de lluvias puede explicarse por la dilución de la carga contaminante, lo que disminuye la actividad de microorganismos que consumen alcalinidad. Según González, J. (2018), las aguas residuales tienden a ser alcalinas debido a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como calcio, magnesio, sodio, potasio y amoníaco. Estos compuestos actúan como agentes alcalinizantes. Por otro lado, Ramos et al. (2021) señalan que la mayoría de los microorganismos que llevan

a cabo el tratamiento de las aguas residuales operan de manera óptima en un rango de pH entre 6.5 y 8.5

Las temperaturas registradas en el efluente fueron de 17.48°C y 24.5°C para la temporada seca y lluviosa, respectivamente. En ambas mediciones, los valores se mantuvieron por debajo del límite máximo permisible de 35°C, establecido por el DS 003-2010-MINAM. Según Muhammand y Bashar (2023), un aumento en la temperatura del agua residual puede atribuirse a las condiciones climáticas y a la energía liberada durante la descomposición de la materia orgánica. Nuestros resultados son consistentes con estudios similares, como el de Mamani (2024), quien reportó una temperatura de 16.5°C en la PTAR de Ayaviri, y Atalaya (2022), que registró 17.13°C en la PTAR Sorochuco, en Cajamarca. Ambas investigaciones también cumplieron con la normativa vigente.

Discusión 3

A pesar de la alta eficiencia de remoción lograda, con valores de 97.74% y 97.08% en las concentraciones de coliformes termotolerantes, los resultados del efluente, de 79,000 NMP/100mL y 23,000 NMP/100mL, superaron los límites máximos permisibles del DS 003-2010-MINAM. Este resultado es consistente con los hallazgos de otros estudios, como el de Rivera (2024) en Vicco, Pasco, donde la PTAR también excedió los límites normativos, registrando 130,000 NMP/100mL. Según Villar (2023), una de las principales causas de este incumplimiento es la falta de un proceso final de desinfección, como la cloración, que garantice la eliminación de los microorganismos patógenos antes de la descarga del efluente.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

5. Conclusiones

- La PTAR de Izcutaccoc, en el distrito de Luricocha, demostró una eficiencia óptima en la remoción de parámetros fisicoquímicos en las dos temporadas evaluadas. Las altas eficiencias de remoción fueron de 96.15% y 70.00% para los SST, 84.56% y 66.2% para la DBO, 71.4% y 66.2% para la DQO, y 90.65% y 89.1% para los aceites y grasas. Estos resultados se atribuyen a la operación adecuada de los procesos de tratamiento primario y secundario de la planta. Sin embargo, a pesar de que los coliformes termotolerantes obtuvieron una alta eficiencia de remoción de 97.74% y 97.08%, los valores en el efluente superaron los LMP debido a la falta de un proceso de desinfección final.
- Se concluye que los parámetros fisicoquímicos de la PTAR de Izcutaccoc cumplen con los límites máximos permisibles del DS 003-2010-MINAM en los siguientes parámetros, SST con 3, 60 mL/L, DBO con 10.3, 22.1 mg/L, DQO con 51.4, 60.7 mg/L, aceites y grasas con 0.4, 1.3 mg/L, temperatura con 17.48, 24.5 °C, sin embargo, en el pH los resultados fueron 7.02 y 8.69 este último resultado supero los límites máximos permisibles.
- Se concluye que a concentración de coliformes termotolerantes en el efluente de la PTAR de Izcutaccoc superó los límites máximos permisibles establecidos por el DS 003-2010-MINAM. Los valores de 79,000 y 23,000 NMP/100mL, registrados en las dos temporadas evaluadas, confirman este incumplimiento. Este hallazgo resalta la necesidad de implementar una etapa de tratamiento terciario, específicamente un proceso de desinfección, para garantizar que el efluente descargado cumpla con la normativa.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

6. Recomendaciones

- Se recomienda a investigadores juntamente con unidad de gestión municipal de la municipalidad distrital de Luricocha a realizar monitores de la eficiencia de remoción en la PTAR de Izcutaccoc del distrito de Luricocha.
- Se sugiere a futuros investigadores que se enfoquen en el diseño de un tratamiento terciario para la PTAR de Izcutaccoc del distrito de Luricocha. Su propuesta deberá considerar un enfoque en la eficiencia de costos y la sostenibilidad, adaptándose a los recursos económicos disponibles en la municipalidad.
- Se recomienda a la unidad de gestión municipal del distrito de Luricocha que capacite a su personal en el uso adecuado del sistema de desinfección. El objetivo es optimizar su operación para asegurar una reducción efectiva de los parámetros microbiológicos y garantizar la calidad del agua tratada.
- Se recomienda a la unidad de gestión municipal del distrito de Luricocha a implementar un programa de capacitación para su personal, centrado en la operación y el mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. Referencias

- Atalaya, K. (2022) Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en los parámetros DBO, DQO, SST, PH, T°, aceites y grasas, en Sorochuco, Celendín, Cajamarca. [Título en Ingeniero Ambiental]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Bermúdez, J. A y Carrillo, J. E (2019) Evaluación y Diagnostico a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas del Casco Urbano del Municipio de Guasca Cundinamarca. [Tesis de ingeniero Civil]. Universidad católica de Colombia.
- Cabezas. C. A (2018) Remoción de huevos, larvas y quistes de enteroparásitos en las plantas de tratamiento de aguas residuales de los distritos de Huanta y Luricocha, Ayacucho 2017 [tesis para obtener el título profesional de biólogo en la especialidad de microbiología]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Canales, A. (2002) Analisis de Impacto Ambiental de una Planta de Tratamiento de Augas Residuales a Traves del Analisis del Ciclo de Vida del Agua Tratada. [Maestría en Ciencias con Especialidad en Sistemas Ambientales]. Instituto Tecnológico de Monterrey.
- Carhuamaca, D. G. (2023) La andragogía y el derecho fundamental de la persona humana en la comunidad campesina de la punta. [Título en Andragogía-Educación básica alternativa]. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Castillo, J. G. Chimbo, J. E. (2021) Eficiencia en la remoción de materia orgánica mediante lombrifiltros (*Eisenia foetida*) en aguas residuales domésticas para zonas rurales. *Enfoque UTE*. 12(2). 80-99. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.746>.
- Chavez, D. J. Justo, R. G y Ramírez, E.D. (2023) Diseño y evaluación de la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales para el distrito de Ripán,

- Provincia de Dos de Mayo-Huanuco-2022. [Título profesional de Ingeniero Ambiental]. Universidad Continental.
- Chuchón, S. A. y Aybar, C. A. (2008) Evaluación de la capacidad de Remoción de bacterias coliformes fecales y la demanda bioquímica de oxígeno de la planta de tratamiento de aguas residuales “la Totorá” Ayacucho, Perú. *Ecología Aplicada*. 7(1-2). 165-171.
- Chuqui, V. M. Sanchez, V. M. (2018) Estimación de la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales para el sector textil en el cantón Pelileo. [Título profesional de Ingeniero Ambiental]. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Clemente, Y. D. Cuyubamba, D. J. (2022) Evaluación de la eficiencia de la PTAR del distrito de Santa Ana de Tusi, como aporte del compromiso ambiental municipal-2021. [Título profesional ingeniero Ambiental]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Córdova, P. Barrios, T. O. Córdova, I. C. Navarrete, R. A. (2021) Tratamiento de aguas residuales domesticas mediante reactor anaerobio para la reutilización del efluente en cultivos agrícolas. *Rev. Inv. Cs. Agro. y Vet.* 5(14). 237-249.
- Cueva, C. M. y García, R. E. (2021) Evaluación de la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en una empresa minera, Cajamarca 2020. [Título en Ingeniería Ambiental]
- Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM (17 de marzo de 2010). Normas legales N° 415675. Diario oficial el peruano.
- Delgado, M. y Llorca, J. (2004) Estudios longitudinales: concepto y particularidades. *Rev. Esp. Salud Publica.* 78(2): 141-148. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272004000200002&lng=es.

- Diaz, E. Alabarado, A. R. y Camacho, K. E. (2012) El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *QUIVERA*. 14(1). 78-97.
- Dueñas, D. A. y Zambrano, M. A. (2023) Evaluación de sistemas Biológicos y Químicos para tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Bahía de Caráquez. [Título en Ingeniería Ambiental]. Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Febles, J. L. y Hoogesteijn, A. (2010) Evaluación preliminar de la eficiencia en las lagunas de oxidación de la ciudad de Mérida, Yucatán. *Ingeniería*, 14(2),127-137.
- Galindo, F. V. Jacobo, M. Cueto, J. A. Reta, D. G. García, J. L. Vázquez, C. (2021) Caracterización de aguas residuales tratadas de la comarca lagunera y su viabilidad en el riego agrícola. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(1), 189-201. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.2084>.
- Garay, U y Quiliche, S. (2021) Efecto de la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de los baños del inca sobre el agua del río Chonta, 2021. [Título Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos]. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Gonzales, C. (2004) La Investigación Básica. La Investigación en Ciencias Fisiológicas: Bioquímica, Biología Molecular y Fisiología. Cuestiones Previas. *Educación Médica*. 7(2). 41- 50.
- Gonzales, J. (2018) Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales del centro de rehabilitación e inclusión social de Veracruz, México. [Título de Especialista en Diagnóstico y Gestión Ambiental]. Universidad Veracruzana.

- Gonzales, M. R. y Guerrero, J. M. (2022) Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de cantón Jipijapa, Manabi. *Journal Scientific*. 6(4). 925-943.
- Guardia, L. H. y Ccente, R. C. (2023) Evaluación de la eficiencia de remoción de la DBO, DQO y SST del tanque imhoff, de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Acoria, Provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica. [Tesis para Ingeniero Ambiental y Sanitario]. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, M. (2014) Metodología de la investigación. (6° edit). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA.
- Hernández, R. C. Infante, M. E. Guanoluisa, F. A. y Galeano, C. J. (2020) Estudio diagnóstico sobre el diseño muestral declarado en investigaciones desarrolladas por estudiantes de ingeniería en software. *Rev. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. 8(1). 1-12.
- Hernández, W. F y Larrota, S. A. (2018) Evaluación de la Eficiencia de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en la Provincia Comunera, Santander, Colombia. *Dinámica Ambiental*. 2(1). 43- 55.
- Humanante, J. J. Moreno, L. C. Grijalva, A. Saldoya, R. W. Suarez, J. A. (2022) Eficiencia de Remoción e Impacto del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Sector Urbano y Rural de la Provincia de Santa Elena. *Manglar*. 19(2). 177-187.
- Isea, D. Vargas, L. Duran, J. Delgado, J. Mendoza (2015) Parámetros biocineticos que rigen la ecuación de la DBO en aguas residuales de una industria procesadora de cangrejos. *Rev. Tec. Ing. Univ, Zulia*. 28(2). 112-121.
- Larios, J. F. Gonzales, C. Morales, Y. (2015) Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*. 2(2). 09-25.

- López, E. (2018) Mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito el Alto, Talara Piura. [Título de ingeniero civil ambiental]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrobojo.
- Mamani, Y. L. (2024) Evaluación de la Eficiencia de la Planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri- 2023. [Título profesional ingeniero Ambiental]. Universidad Privada San Carlos.
- Ministerio del Ambiente (2009) Manual para municipios ecoeficientes, Perú.
- Morán, M. R., & Guerrero, J. M. (2022). Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales del cantón Jipijapa, Manabí . *MQRInvestigar*, 6(4), 925–943. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.6.4.2022.925-943>
- Muhammad, A. Bashar M. (2023) Evaluation of the Efficiency of the Wastewater Treatment Plant in the Women's and Children's Hospital in Ramadi, Anbar, Iraq. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. doi:10.1088/1755-1315/1222/1/012040.
- Mujeriego, R. (1990) Manual práctico de riego con agua residual municipal regenerada. Universidad politécnica de Cataluña.
- Norma OS.090 (S/F) Plantas de tratamiento de aguas residuales. Perú
- Nwoko. O. L. Nwaogazie, I. L. Aguwamba, J. C. Ikebude, C. F. (2023) Assessment of the Efficiency of Wastewater Treatment Plant in Oil and Gas Firm in Eleme Rivers State, Nigeria. *Article no.JERR*. 25(3). 114-125. DOI: 10.9734/JERR/2023/v25i3896
- Ochoa, J. y Yunkor, Y. (2020) El estudio descriptivo en la investigación Científica. *Acta Jurídica Peruana*. 2(2).
- OEFA (2014) Fiscalización ambiental en aguas residuales. Primera edición. Perú.
- Osorio, M. A. Carrillo, X. A. Negrete, J. H. Loor, X. A. Riera, E. J. (2021) La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo del Conocimiento*. 6(3). 228-245.

- Owhonka, W. Fubara E. R y Justice, O. B (2021) Wastewater Quality- It's Impact on the Environment and Human Physiology: A Review. *International Journal of Advance Research and Innovation*.9(4). Pp 43-58. Doi: 10.51976/ijari.942107.
- Paucar, A. (2023) Evaluación de la Eficiencia de los Procesos Unitarios de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Ajoyani-Carabaya, 2022 [Título Profesional de Ingeniero Civil]. Universidad Nacional del Altiplano.
- Peña, J. J. Mosqueras, G. Ortiz, V. M. Iles, M. F. García, V. E. y Pérez, J. (2024) Liderazgo escolar implementado desde la cátedra de ciencias naturales en Bogotá, a través de políticas educativas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 8(3). 5553-5566. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11757.
- Quispe, E. (2021) Remoción de sólidos suspendidos para mejorar la calidad superficial en el sector Pampilla de la cuenca Azángaro, Ananea 2021. [Título profesional de Ingeniero Ambiental]. Universidad Continental.
- Ramos, A. (2024) Efectos del consumo de agua contaminada en la calidad de vida de las personas. *Rev. Pol. Con*. 9(1). 614-632.
- Ramos, C. (2020) Los alcances de una investigación. *CienciAmerica*. 9(3). <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>.
- Ramos, S. Y. Sanchez, Y. F. Soto, L. S. (2021) Propuesta de mejora para el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD) del distrito de Apata – Jauja [Título Profesional de Ingeniero Ambiental]. Universidad Continental.
- Rivera, N. J. (2024) Evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en la población de Vicco de la provincia de Pasco – 2022, [Título Profesional de Ingeniero Ambiental]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

- Robles, F. Becerra, M. M. Ávila, C. Waybell, L. R. Jasso, L. F. Gonzales, J. M. Waybell, L. J. (2023) Planta de tratamiento inteligente de aguas residuales con un sistema y método de monitoreo. *Conciencia Tecnológica*. 1(65). 33-47.
- Romellón, M. J. Cocolletzi, E. Lopez, G. (2023) Tratamiento de aguas residuales domésticas de una institución educativa por un sistema de humedales artificiales en serie. *Universita Ciencia*, 11(30), 147–162.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7843244>.
- Salazar, L. Uribe, L. Gomez, L. Zafra. C (2019) Análisis de la eficiencia de reactores UASB en una planta de tratamiento de aguas residuales municipales. *DYNA*. 86(209). 319-326.
- Sangay, O. A. (2021) Reactor biológico secuencial como tecnología para la reducción de DBO y DQO de las aguas residuales de una industria láctea en Cajamarca – 2021. [Título de ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos]. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Silva, D. Y. (2021) Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Tacabamba – Cajamarca. [Título en Ingeniería Civil]. Universidad Cesar Vallejo.
- Soriano, A. M. (2014) Diseño y validación de instrumentos de medición, *REDICCES*. 8(13). 19-40.
- SUNASS (2008) Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución.
- SUNASS (2022) Determinación del Área de Prestación de Servicios del Departamento de Ayacucho.
- Villar, J. (2023) Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales N° 02 de la ciudad de Cajabamba – Cajamarca. [Título de Ingeniero Hidráulico]. Universidad Nacional de Cajamarca.

Zeyneb, K. (2020) The importance of water and conscious use of water. *International Journal of Hydrology*. 4(5):239–241.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE IZCUTACCOC - LURICOCHA

Problema de investigación	Objetivos	Variables y Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Interrogante general</p> <p>¿Cuál es la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc del distrito de Luricocha?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc del Distrito de Luricocha</p>	<p>Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos</p>	<p>Aceites y grasas</p> <p>Coliformes termotolerantes</p> <p>DBO</p> <p>DQO</p> <p>pH</p> <p>Sólidos Totales en Suspensión</p> <p>Temperatura</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Básica</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>Descriptivo</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>no experimental-Longitudinal</p> <p>Población</p> <p>Planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc del distrito de Luricocha.</p> <p>Muestra</p> <p>La investigación tomara en cuenta 2 puntos de muestreo en el afluente y efluente de la PTAR.</p>
<p>Interrogantes específicas</p> <p>-¿Cuál es la concentración fisicoquímica del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Izcutaccoc?</p> <p>-¿Cuál es la concentración microbiológica del afluente y efluente de la Planta de</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>-Determinar la concentración fisicoquímica del afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc distrito de Luricocha.</p> <p>-Determinar la concentración microbiológica del afluente y efluente</p>			

Tratamiento de Aguas Residuales Izcutaccoc?	de la planta de tratamiento de aguas residuales de Izcutaccoc distrito de Luricocha.
---	--

Anexo 2. Puntos de Monitoreo

Anexo N° 1
UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre de EPS/Municipio: <i>Luricocha</i>			
Nombre de PTAR: <i>Izcutaccac</i>			
Ubicación de PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
<i>Izcutaccac</i>	<i>Luricocha</i>	<i>Huanta</i>	<i>Ayacucho</i>
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (afluente)		<i>P1-afluente</i>	
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
<i>8574416</i>	<i>575691</i>	<i>18</i>	<i>2354</i>
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)		Método de medición	
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (efluente)		<i>P2-efluente</i>	
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
<i>8574395</i>	<i>575501</i>	<i>18</i>	<i>2339</i>
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)		Método de medición	
Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo)			
<i>NOTE CAM</i>			

Anexo 3. Registro de datos de campo

Anexo N° IV
REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Nombre de la PTAR: <i>IZCUTACCCO</i>				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo:				
Fecha	Hora	pH	Temperatura	Caudal afluente (*)
<i>03/10/2024</i>	<i>15:40:00</i>	<i>7.03</i>	<i>21.63</i>	<i>2.4 L/S</i>
Eventuales observaciones al punto de monitoreo				
Características del agua residual				
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo:				
Fecha	Hora	pH	Temperatura	Caudal efluente (*)
<i>03/10/2024</i>	<i>16:33:00</i>	<i>7.02</i>	<i>17.48</i>	<i>2.1 L/S</i>
Eventuales observaciones al punto de monitoreo				
Características del agua residual				

(*) Caudal de afluente y efluente en el momento del monitoreo



Lunicocha..., 03 de octubre del 20...
Jorby Kevin Saavedra C

Nombres y apellidos
Responsable de Monitoreo

Anexo 5. Resultados del análisis de ensayo del laboratorio SGS-PERU-SAC (primer muestreo)

SGS

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2432158-0**

SAAVEDRA CHAVEZ JORBY KEVIN

AV SANTA ROSA SN MZ D LT 25A - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

ENV / LB-355538-002

PROCEDENCIA : PTAR

Fecha de Recepción SGS : 04-10-2024

Fecha de Ejecución : Del 04-10-2024 al 11-10-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo

P2

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 11/10/2024

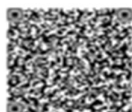
Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 1 de 5



SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2432158-0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					P2
FECHA DE MUESTREO					03/10/2024
HORA DE MUESTREO					16:35:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL MUNICIPAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	10.3 ± 2.20
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	51.4 ± 5.10
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	<0.4
Análisis Microbiológicos					
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	79000

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 2 de 5



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2432158-0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D: 23rd: 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E. 1, 24th Ed. (incluye Muestreo) 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 4 de 5

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1 | Callao | t (511) 517 1900 | www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial | Arequipa | t (054) 213 506 | e Pe.servicios@sgs.com
Jr. Arnaldo Márquez Ba. San Antonio | Cajamarca | t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2432157-0**

SAAVEDRA CHAVEZ JORBY KEVIN

AV SANTA ROSA SN MZ D LT 25A - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

ENV / LB-355538-002

PROCEDENCIA : PTAR

Fecha de Recepción SGS : 04-10-2024
Fecha de Ejecución : Del 04-10-2024 al 11-10-2024
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
P1

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 11/10/2024

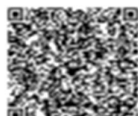
Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 1 de 5



SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Calleo 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Calleo t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com
Cajamarca t (076) 396 092

Miembro del Grupo SGS



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2432157-0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					P1
FECHA DE MUESTREO					03/10/2024
HORA DE MUESTREO					15:40:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL MUNICIPAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Sólidos Totales en Suspensión	EW_ALPHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	78 ± 18
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_ALPHA210B	mg/L	1.0	2.6	66.7 ± 14.0
Demanda Química de Oxígeno	EW_ALPHA220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	178.3 ± 17.80
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	13.9 ± 3.10
Análisis Microbiológicos					
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_ALPHA221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	35000000

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 2 de 5



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2432157-0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aceites y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	90%	90%	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.8	<2.8		102 - 110%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		95%	90%	9%
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	4%	100 - 102%		

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 3 de 5



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2432157-0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D: 23rd Ed: 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023.Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_ASTMD3921	Callao	Aceltes y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011).Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 4 de 5

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Arequipa t (064) 213 506 e Pe.servicio@sgs.com
Cajamarca t (076) 396 092

Miembro del Grupo SGS

Anexo 6

Anexo N° IV
REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Nombre de la PTAR: <i>Ezeutacoc</i>				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo:				
Fecha	Hora	pH	Temperatura	Caudal afluente (*)
<i>04/12/2024</i>	<i>11:00</i>	<i>7.55</i>	<i>21.45</i>	<i>4.5 LIS</i>
Eventuales observaciones al punto de monitoreo				
Características del agua residual				
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo:				
Fecha	Hora	pH	Temperatura	Caudal efluente (*)
<i>04/12/2024</i>	<i>12:00</i>	<i>8.69</i>	<i>24.5</i>	<i>3.9 LIS</i>
Eventuales observaciones al punto de monitoreo				
Características del agua residual				

(*) Caudal de afluente y efluente en el momento del monitoreo

*Luis Acosta*, S.A. de *discusiones* del 2024Nombres y apellidos
Responsable de Monitoreo

Anexo 8. Resultados del análisis de ensayo del laboratorio SGS-PERU-SAC (segundo muestreo muestreo)



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2440738-0**

SAAVEDRA CHAVEZ JORBY KEVIN

AV SANTA ROSA SN MZ D LT 25A - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

ENV / LB-355831-002

PROCEDENCIA : HUANTA - AYACUCHO

Fecha de Recepción SGS : 05-12-2024

Fecha de Ejecución : Del 05-12-2024 al 14-12-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
P1 AFLUENTE
P2 EFLUENTE

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 14/12/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"
Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 1 de 5



SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 Calleo 1 Calleo t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicio@sgs.com
Jr. Arnaldo Márquez Ba. San Antonio Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2440738-0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					P1 AFLUENTE	P2 EFLUENTE
FECHA DE MUESTREO					04/12/2024	04/12/2024
HORA DE MUESTREO					11:05:00	12:05:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	200 ± 46	60 ± 14
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA52106	mg/L	1.0	2.8	65.4 ± 13.70	22.1 ± 4.60
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA52200	mgO2/L	1.8	4.5	186.6 ± 18.70	60.7 ± 6.10
Aceites y Grasas	EW_AS1M03021	mg/L	0.2	0.4	12.0 ± 2.60	1.3 ± 0.30
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	790000	23000

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 2 de 5

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1 Callao T (511) 517 1900 www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial Arequipa T (064) 213 506 e Pt.servicios@sgs.com
Jr. Arnaldo Márquez Ba. San Antonio Cajamarca T (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2440738-0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aceites y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	107%	100%	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6		98 - 101%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		98%	85%	6%
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	3 - 6%	100 - 102%		

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 3 de 5

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1 | Callao | t (511) 517 1900 | www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial Arequipa | t (054) 213 506 | e Pe.servicios@sgs.com
Jr. Arnaldo Márquez Ba. San Antonio Cajamarca | t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS

Panel fotográfico

Foto 1

Calibración del multiparámetro Hanna

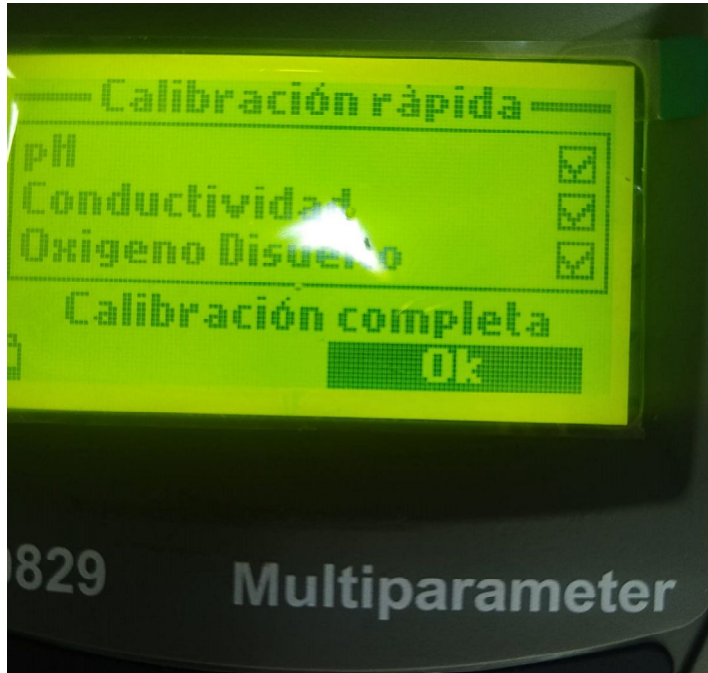


Foto 2

Afluente de la PTAR Izcutaccoc



Foto 3

Toma de datos del afluente con el multiparámetro

**Foto 4**

Datos del campo con el multiparámetro (temperatura)



Foto 5

Datos del campo con el multiparámetro (pH)

**Foto 6**

Toma de muestras de agua residual



Foto 7

Toma de muestras de agua residual con su preservante

**Foto 8**

Preservantes para las muestras



Foto 9*Preservación de muestras***Foto 10***Toma de datos de campo en el efluente*

Foto 11

Efluente de la PTAR-IZCUTACCOC

**Foto 12**

Laguna de estabilización

