

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



**Estudio de pre-factibilidad socioambiental para la implementación de una planta de
tratamiento de aguas residuales con fines de riego agrícola en la ciudad de Chota-2024**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

AUTOR


Bach. Carlos Daniel Vásquez Barboza

ASESOR

Dr. Guillermo A. Chávez Santa Cruz

CHOTA – PERÚ

2025

Universidad Nacional Autónoma de Chota

Dr. Guillermo A. Chávez Santa Cruz
Docente – CIP 28030



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, **Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz**, en calidad de asesor, hace constar que la Tesis de investigación Titulada: “**Estudio de pre-factibilidad socioambiental para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales con fines de riego agrícola en la ciudad de Chota-2024**”; ejecutado por el **Bach. Carlos Daniel Vásquez Barboza** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesorado por el Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 3%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el **REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA** aprobado mediante **RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°770-2025-UNACH**.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 13 de enero del 2026.

Atentamente,

Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz

Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz

Vásquez_Barboza_Carlos_Daniel..pdf

 VERIFICACION

 TODO 2026

 Universidad Nacional Autonoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3457038549

Fecha de entrega

13 ene 2026, 4:31 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

13 ene 2026, 4:36 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

Vásquez_Barboza_Carlos_Daniel..pdf

Tamaño del archivo

7.4 MB

104 páginas

14.570 palabras

86.116 caracteres




3% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

Fuentes principales

- 4% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 2% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet		
repositorio.unach.edu.pe			2%
2	Internet		
hdl.handle.net			<1%
3	Publicación		
FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "Modi...			<1%
4	Internet		
www.repositorio.unach.edu.pe			<1%
5	Trabajos del estudiante		
uncedu			<1%



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

REG. N° 060-2025-FCA

El jurado evaluador designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N.°300-2025-FCA/UNACH:

Nombres y apellidos	Cargo
Dr. Marco Antonio Añaños Bedriñana	Presidente
M. Sc. Miguel Angel Mendoza Solis	Secretario
M. Sc. Dennis Alvarino Cieza Tarrillo	Vocal

De la tesis titulada:

Estudio de pre-factibilidad socioambiental para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales con fines de riego agrícola en la ciudad de Chota-2024

Que ha sustentado el(los) Bachiller (es):

Nombres y apellidos	DNI
Bach. Carlos Daniel Vásquez Barboza	73390567

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Forestal y Ambiental

Acuerdan por:

Unanimidad Mayoría


Aprobar Desaprobar

Otorgando la calificación de:


<input checked="" type="checkbox"/> 16	Aprobado
	Excelente
<input checked="" type="checkbox"/>	Bueno
	Regular

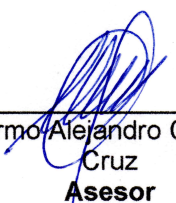
Desaprobado

Colpa Matara, 04 de diciembre de 2025


Dr. Marco Antonio Añaños Bedriñana
Presidente


M. Sc. Miguel Angel Mendoza Solis
Secretario


M. Sc. Dennis Alvarino Cieza Tarrillo
Vocal


Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz
Asesor

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada a Dios, por darme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para no rendirme en los momentos de mayor dificultad, dedico este trabajo a mis padres, quienes con su esfuerzo, lecciones y ejemplo de perseverancia han sido el pilar fundamental de mi formación personal y profesional, a mis hermanos, por su apoyo sincero y constante, y a todas las personas que creyeron en mí, brindándome ánimo y confianza durante todo este proceso académico, este logro es también reflejo del acompañamiento y la motivación recibida a lo largo de este camino.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por brindarme la vida, la salud y la oportunidad de seguir persiguiendo mis objetivos personales, profesionales y familiares.

Expreso mi más sincera gratitud a mis padres, Atilano Vásquez Bustamante y Luzdina Barboza Huamán, por su esfuerzo y sacrificio en proveerme una educación superior, así como por las valiosas enseñanzas que me han permitido superar diversos obstáculos a lo largo de mi vida.

A mi asesor, el Dr. Guillermo A. Chávez Santa Cruz, le agradezco sinceramente por su orientación constante que me ha permitido llevar a cabo la formulación, ejecución y redacción final de mi tesis.

Por último, agradezco a todas las personas que, mediante sus acciones y consejos, me han motivado a no rendirme y a avanzar hasta el lugar en el que me encuentro en la actualidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	vii
Agradecimientos.....	viii
RESUMEN	xv
Abstract.....	xvi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación del problema	18
1.1.1. <i>Problema general</i>	18
1.1.2. <i>Problemas específicos</i>	18
1.3. Justificación.....	19
1.4. Objetivos	20
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	20
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes.....	21
2.1.1. <i>Internacionales</i>	21
2.1.2. <i>Nacionales</i>	22
2.1.3. <i>Regional y Local</i>	26
2.2. Bases teórico – científicas.....	28

2.2.1.	<i>Definición y tipología de aguas residuales</i>	28
2.2.2.	<i>Procesos de tratamiento de aguas residuales</i>	28
2.2.3.	<i>Tecnologías de tratamiento avanzadas</i>	32
2.2.4.	<i>Beneficios del reúso de aguas residuales</i>	33
2.2.5.	<i>Normativas internacionales y nacionales</i>	33
2.2.6.	<i>Evaluación del impacto ambiental.</i>	35
2.2.7.	<i>Parámetros de campo evaluados</i>	36
2.3.	Marco conceptual	37
2.3.1.	<i>Aguas residuales</i>	37
2.3.2.	<i>Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)</i>	37
2.3.3.	<i>Impacto ambiental</i>	38
2.3.4.	<i>Evaluación de impacto ambiental (EIA)</i>	38
2.3.5.	<i>Reutilización de aguas residuales</i>	38
2.3.6.	<i>Riego agrícola</i>	38
2.3.7.	<i>Matriz de Leopold</i>	39
2.3.8.	<i>Calidad del agua</i>	39
2.3.9.	<i>Gestión ambiental</i>	39
2.3.10.	<i>Sostenibilidad</i>	39
2.4.	Hipótesis.....	40
2.5.	Operacionalización de variables.....	41

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	42
3.1. Ubicación	42
3.2. Tipo y nivel de investigación	44
3.3. Diseño de la investigación.....	44
3.4. Métodos de investigación.....	44
3.4.1. <i>Métodos cuantitativos</i>	45
3.4.2. <i>Métodos cualitativos</i>	45
3.5. Población, muestra y muestreo.....	45
3.5.1. <i>Población</i>	45
3.5.2. <i>Muestra</i>	46
3.5.3. <i>Muestreo</i>	47
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
3.6.1. <i>Técnicas de recolección de datos</i>	47
3.6.2. <i>Instrumentos de recolección de datos</i>	48
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	48
3.8. Aspectos éticos.....	48
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
4.1. Descripción de resultados.....	49
4.1.1. <i>Monitoreo físico-químico y microbiológico de los parámetros de calidad del</i> <i>agua</i>	49

4.1.2. Nivel de aceptación y percepción de la población sobre el proyecto de una PTAR con fines de riego agrícola.....	51
4.1.3. Impactos ambientales generados por el proyecto de una PTAR.....	56
4.2. Contrastación de Hipótesis.....	59
4.3. Discusión de resultados.....	61
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. Conclusiones	64
5.2. Recomendaciones.....	65
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	69
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	41
Tabla 2. Parámetros evaluados	49
Tabla 3. Aceptación comunitaria sobre la implementación de una PTAR.....	51
Tabla 4. Beneficios comunitarios sobre la implementación de una PTAR.....	48
Tabla 5. Estadístico descriptivo de cuestionario aplicado.....	54
Tabla 6. Contrastación de hipótesis.....	59
Tabla 7. Prueba para una muestra.....	59
Tabla 8. Tamaños de efecto de una muestra.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Manejo de las aguas residuales.....	29
Figura 2. Diagrama de tratamiento convencional de aguas residuales.....	31
Figura 3. Mapa de ubicación de estudio.....	42
Figura 4. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.....	43
Figura 5. Frecuencia de respuesta-Aceptación del proyecto.....	51
Figura 6. Frecuencia de respuesta-beneficios del proyecto.....	53
Figura 7. Matriz Leopold.....	53
Figura 8. Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba	94
Figura 9. Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba	94
Figura 10. Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba	95
Figura 11. Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba	95
Figura 12. Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba	95
Figura 13. Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba	95
Figura 14. Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba	95
Figura 15. Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba	95
Figura 16. Medición de conductividad eléctrica WA-SD-2017.....	95
Figura 17. Medición de conductividad WA-SD-2017 y temperatura	95
Figura 18. Medición de oxígeno disuelto y temperatura.....	96

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la pre-factibilidad socioambiental para la implementación de una PTAR con fines de riego agrícola en la ciudad de Chota. Se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, no experimental y nivel descriptivo, considerando tres ejes de análisis, la calidad del agua del río Chotano, la percepción comunitaria y los impactos ambientales del proyecto. Los resultados del monitoreo físico-químico y microbiológico evidenciaron que, aunque la conductividad eléctrica (510 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y la temperatura (18.13 $^{\circ}\text{C}$) cumplieron con los valores establecidos por los ECA – Categoría 3 (D.S. N.º 004-2017-MINAM), se registraron valores elevados de turbidez (76.6 UNT) y sólidos totales (205 mg/L), además de un pH de 8.37 en el límite superior. Los niveles de DBO₅ (16.5 mg/L) y DQO (35.1 mg/L) se mantuvieron dentro de los límites permitidos por el D.S. 003-2010-MINAM, indicando una carga orgánica moderada; los coliformes termotolerantes (350 NMP/100 mL) estuvieron por debajo del límite de 1000 NMP/100 mL, evidenciando cumplimiento normativo. En el componente social, la población mostró un nivel medio de aceptación (66.7 %), y la prueba t de Student confirmó la viabilidad social del proyecto. Finalmente, mediante la matriz de Leopold se identificaron impactos tanto positivos como negativos, siendo la descarga de aguas tratadas el impacto más beneficioso (97 puntos). Se concluye que la PTAR es social y ambientalmente viable, siempre que se apliquen medidas de mitigación, educación ambiental y monitoreo continuo que aseguren su sostenibilidad y eficiencia a largo plazo.

Palabras clave: Aguas residuales, Pre-factibilidad, Riego agrícola, Impacto ambiental, Aceptación social

Abstract

The present investigation aimed to evaluate the socio-environmental pre-feasibility for the implementation of a Wastewater Treatment Plant (WWTP) for agricultural irrigation purposes in the city of Chota. It was developed under a quantitative, applied, non-experimental and descriptive approach, considering three axes of analysis: the water quality of the Chotano River, community perception, and the environmental impacts of the project. The results of the physical-chemical and microbiological monitoring showed that, although electrical conductivity (510 $\mu\text{S}/\text{cm}$) and temperature (18.13 $^{\circ}\text{C}$) complied with the values established by the ECA - Category 3 (D.S. No. 004-2017-MINAM), high values of turbidity (76.6 UNT) and total solids (205 mg/L) were recorded, in addition to a pH of 8.37 at the upper limit. The BOD₅ (16.5 mg/L) and COD (35.1 mg/L) levels remained within the limits permitted by D.S. 003-2010-MINAM, indicating a moderate organic load; thermotolerant coliforms (350 MPN/100 mL) were below the limit of 1000 MPN/100 mL, evidencing regulatory compliance. In the social component, the population showed an average level of acceptance (66.7%), and the Student t-test confirmed the social viability of the project. Finally, using the Leopold matrix, both positive and negative impacts were identified, with the discharge of treated water being the most beneficial impact (97 points). It is concluded that the WWTP is socially and environmentally viable, provided that mitigation measures, environmental education, and continuous monitoring are applied to ensure its long-term sustainability and efficiency.

Keywords: Wastewater treatment plant, Pre-feasibility, Agricultural irrigation, Environmental impact, Social acceptance

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial es vital gestionar de manera eficiente las aguas residuales ya que la contaminación de ríos y tierras ha empeorado la calidad del agua y dañado la vida acuática. Este problema no solo pone en riesgo la salud pública al propagar enfermedades transmitidas por el agua; también restringe el acceso a fuentes de agua segura y perjudica la agricultura que es crucial para responder la seguridad alimenticio y el desarrollo económico en las comunidades locales.

En 2015, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) anunció acerca de la condición de los métodos de tratamiento de aguas residuales en las empresas proveedoras de servicios en Perú. Este reportaje analizó cómo estas empresas gestionan las aguas residuales y detectó áreas en las que hay falencias en el método de estas aguas residuales proponiendo soluciones. Desde entonces han pasado aproximadamente 7 años y la institución ha seguido trabajando en este tema. Del 2016 al 2021 se invirtieron aproximadamente 8 636 millones de soles en la mejora de la infraestructura de servicios básicos y en el tratamiento de aguas residuales, según los datos publicados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) en 2021. Tras señalar las restricciones provocadas por la pandemia de COVID-19 que impactaron al personal de SUNASS y a las empresas proveedoras de servicios; así como las limitaciones de desplazamiento impuestas por el gobierno; SUNASS determinó la importancia de actualizar los datos sobre el funcionamiento de las PTAR operadas por dichas empresas.

En Chota, la práctica actual de aguas residuales sin tratamiento es de 38,228 L/día, esto no solo agudiza la contaminación ambiental, sino que se desperdicia un recurso valioso que podría ser utilizado para promover prácticas agrícolas sostenibles, la falta de una solución integral para el tratamiento y reutilización de aguas residuales impide el desarrollo de prácticas agrícolas más

eficientes y limita las oportunidades de crecimiento económico local (Santa Cruz y Tentalean, 2020).

Dado este contexto, es clave llevar a cabo un estudio de pre-factibilidad para analizar si resulta viable, en términos social y ambientales, instalar una PTAR en Chota, este estudio no solo pretende reducir los impactos negativos que se originan al verter aguas que no cumplen con los valores máximos admisibles, sino también convertir los retos en oportunidades, promoviendo un uso más eficiente del agua con un enfoque de sostenibilidad.

1.2. Formulación del problema

1.1.1. Problema general

¿Es viable social y ambientalmente la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Chota para uso de riego agrícola?

1.1.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Cuáles son las características físicas, químicas y microbiológicas de los parámetros de calidad del agua del río Chotano?
- ✓ ¿Cuál es el nivel de aceptación y percepción de los habitantes de Chota respecto a la implementación de una PTAR para riego agrícola?
- ✓ ¿Qué impactos ambientales generara la implementación de una PTAR para tratar las aguas residuales producidas en la ciudad de Chota?

1.3. Justificación

Esta investigación busca abordar los principales desafíos de contaminación por aguas residuales que afectaran los orígenes de agua para consumo subrayando la necesidad de soluciones innovadoras y sostenibles, según Argumedo & Miranda (2022), la agricultura es uno de los sectores que más dinero genera al país a través de la agroexportación, aunque enfrenta el problema creciente de la limitada disponibilidad de agua que cumpla con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-agua). Por su parte, el informe de SUNASS (2022) presenta un diagnóstico detallado sobre la situación de las PTAR en el país, destacando que solo ocho regiones cuentan con una PTAR eficiente y adecuada.

Este estudio es relevante por el impacto social y ambiental que podría tener una PTAR en Chota, además de ofrecer una solución a la poca reserva de agua para la agricultura que cumpla con la normativa como ECA-categoría III, mejorando la sostenibilidad y eficiencia en el uso de los recursos hídricos, además este estudio beneficia no solo a la comunidad donde se desarrolla el proyecto sino a la ciudad de Chota y distritos zonas abajo como Lajas, Cochabamba y sus comunidades ya que el agua que desemboca en el río Chotano presentaran parámetros que superan los límites máximos permisibles.

La propuesta incluye aspectos sociales, que podrán ser estudiados, mostrando cuan viable puede ser para la comunidad de la zona de influencia directa a la PTAR. Esta investigación proporcionará una base de datos y análisis útil para las autoridades locales y nacionales en la planificación de proyectos similares en otras regiones de Perú, además, contribuirá al conocimiento práctico y académico en ingeniería ambiental, ofreciendo un modelo replicable y adaptable a diversos contextos y necesidades.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la pre-factibilidad socioambiental para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Chota para uso en riego agrícola.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un monitoreo físico químico y microbiológico de los parámetros de calidad del agua del río Chotano.
- ✓ Determinar el nivel de aceptación y percepción de la población sobre la implementación de una PTAR con fines de riego agrícola en la ciudad de Chota.
- ✓ Analizar los impactos ambientales generados por la implementación de una PTAR, aplicando la matriz Leopold para identificar y evaluar los efectos en el entorno.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Martínez et al (2021) en el estudio llevado a cabo en Bogotá, Colombia se evaluó la eficiencia de una PTAR que empleaba un sistema de lodos activados para tratar aguas residuales domésticas y su viabilidad en la comunidad. Los resultados evidenciaron una disminución notable de los niveles de DBO, DQO y sólidos suspendidos totales, cumpliendo de este modo los estándares de disposición del agua determinados por la normativa ambiental colombiana. Además, el análisis costo-beneficio realizado evidenció la viabilidad económica del proyecto, subrayando la importancia de invertir en infraestructuras para el tratamiento de aguas residuales. Durante la fase de integración social del proyecto se observó que el 65 % de los habitantes apoyaba la construcción de la planta debido a los beneficios que ofrecería para mejorar la calidad ambiental y proteger los recursos hídricos. Esta alta aceptación contribuyó al desarrollo exitoso del proyecto y demostró que la participación activa de la ciudadanía es clave para implementar sistemas efectivos de tratamiento. Este estudio es relevante ya que evidencia cómo una adecuada implementación y operación de PTAR puede tener una huella positiva en la calidad del agua y la sostenibilidad ambiental, proporcionando un modelo replicable que puede ser adaptado a diferentes contextos, como el propuesto en la ciudad de Chota.

Ortega (2020) llevó a cabo un estudio preliminar para la compañía INDUQUIM ODAR destinado a brindar una solución a las empresas dedicadas al curtido que estaban enfrentando desafíos ambientales significativos que resultaban en cierres de establecimientos comerciales y pérdida de empleos. El periodo de evaluación abarcó un total de 7 años comprendidos entre 2017 y 2024. Durante este proceso se llevaron a cabo diversas actividades como investigación de

mercado para identificar las demandas insatisfechas de agua potable y agua para riego. Además, se realizaron tareas relacionadas como determinar el tamaño y la ubicación óptima del proyecto, todo ello se basó en pruebas experimentales y estudios específicos realizados por la empresa INDUQUIM ODAR que proporcionaron información valiosa para cumplir con las regulaciones ambientales vigentes, se determinó que el 85% de aguas que se utilizan para curtiembre no reciben un tratamiento adecuado y solo el 8% es reutilizable. Se realizó una valoración económica y financiera exhaustiva para verificar la viabilidad del proyecto, se llevó a cabo una evaluación social que permitió determinar tanto la rentabilidad del proyecto como los beneficios sociales asociados al mismo.

2.1.2. Nacionales

Cabanillas & Vásquez (2022) se propuso desarrollar una PTAR es en el distrito de Víctor Larco para purificar aguas domésticas destinadas al riego de áreas verdes y disminuir la contaminación marina causada por vertidos directos de desechos químicos. El objetivo era detallar los procesos y la metodología utilizada en el diseño del proyecto; se enfatizó que se trató de una investigación descriptiva sin componente experimental. Se basaron en las directrices establecidas en la normativa OS-090 para respaldar la propuesta mediante la realización de estudios básicos de ingeniería que incluyeron un análisis de mecánica de suelos que determinó que el terreno era de tipo SP: una arena mal gradada que presentaba un contenido de humedad del 6%, una capacidad de carga del 10% y una resistencia del 0.89 kg/cm². Además de eso se llevó a cabo una inspección de la topografía y un análisis de los parámetros esenciales del agua residual control obligatorio revelaron que la demandada bioquímica de oxígenos (DBO) ascendía a 13.69 mg/L. Esta investigación resulto fundamental para el desarrollo del proyecto de diseño de la PTAR.

SUNASS (2022) en colaboración con la ONG alemana a través de la agencia GIZ y el proyecto Proagua II, llevaron a cabo un estudio sobre el estado de las PTAR en Perú, este informe no solo documentó la situación actual de los procesos que se utilizan en las plantas, sino que también analizó aspectos clave como infraestructura, eficiencia en los procesos de tratamiento, operación y mantenimiento de las plantas. Además, se incluyeron propuestas de mejora para optimizar el rendimiento y la sostenibilidad a largo plazo. En la primera etapa del estudio, se llevó a cabo una detallada recopilación de información que permitió obtener una visión completa de los servicios básicos, operación, mantenimiento y eficiencia de tratamiento de las PTAR, se diseñaron formatos específicos que fueron enviados a las empresas prestadoras de servicios entre 2020 y 2021, lo que facilitó un diagnóstico inicial del estado de estas plantas.

En el segundo tramo, se realizaron visitas de campo a 175 PTAR para comprobar las condiciones de operación y mantenimiento en sitio, adicionalmente, se inspeccionaron de forma remota otras 27 PTAR, cubriendo un total de 36 empresas en distintas regiones, durante estas visitas, se observó que 171 plantas estaban operativas, 27 paralizadas por distintas razones, y 4 en construcción, lo cual evidencia un esfuerzo por expandir y modernizar la infraestructura de tratamiento de aguas.

Valqui (2021) elaboró un informe de investigación cuyo propósito fue diseñar una PTAR, con el objetivo de reutilizarlas en el riego agrícola en el distrito de Santa Rita de Siguan, la meta esencial era mitigar la contaminación que se genera por los vertidos de aguas residuales, dado que la práctica de reutilizar el agua tratada para riego no era frecuente en el país, el proyecto contempló la inclusión de un método anterior, que consistió en la instalación de una cámara de rejillas, seguida por un desarenador, la siguiente fase implicó la implementación de un tratamiento primario mediante un reactor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), complementado con lechos de

secado para lodos. Como método secundario, se propuso un filtro biológico, compuesto por un lecho de un medio permeable que operaba mediante carga hidráulica, finalmente, se propusieron seis humedales artificiales con la intención de restar el impacto y aumentar la eficiencia del proceso.

Silva (2020) este estudio tuvo como objetivo diseñar una PTAR destinada al riego de áreas verdes jurisdicción de los Olivos, en Lima, Perú, asegurando que cumpla con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la normativa peruana, el proyecto responde a la insolencia de agua en la región y al uso actual de agua potable para riego, una práctica poco sostenible dado el estrés hídrico que enfrenta la zona, la metodología incluyó la estimación de caudales de diseño, determinación del agua residual y selección de tecnologías de tratamiento mediante un Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA). Con el software BioWin 5.0 se simuló el proceso de tratamiento, permitiendo optimizar el diseño y evaluar la eficacia en la remoción de contaminantes.

Los resultados indicaron que la planta diseñada es capaz de reducir los niveles de sólidos en suspensión y materia orgánica en el efluente tratado, cumpliendo con los estándares normativos, la combinación de un sistema anaerobio-aerobio, con reactores anaerobios de flujo ascendente y filtros percoladores, resultó efectiva en la remoción de materia orgánica y sólidos, logrando una eficiencia cercana al 100%, en conclusión, la PTAR diseñada no solo cumple con los requisitos ambientales, sino que también ofrece una alternativa sostenible para el riego de áreas verdes en el distrito, al reducir el uso de agua potable y contribuir a un modelo de gestión hídrica más sostenible en Lima.

El principal aporte de esta averiguación es el desarrollo de un diseño optimizado para el uso de aguas residuales tratadas, lo cual mejora la disponibilidad de agua para riego sin comprometer los recursos de agua potable, proporcionando además un enfoque replicable para el reúso de agua en otras áreas urbanas con retos hídricos similares.

Risco (2019) este artículo tuvo como objetivo realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para implementar una PTAR en San Francisco-Cañete, enfocándose en nivelar y evaluar los impactos ambientales con base en la norma ISO 14001, y proponiendo un plan de manejo ambiental efectivo, este proyecto surgió en respuesta a la falta de un sistema de alcantarillado adecuado en la zona, que ha afectado la salud de los habitantes debido a la proliferación de insectos y microorganismos. La metodología incluyó la creación de una línea base ambiental, recopilación de datos de instituciones locales y análisis de impactos mediante matrices de tipo Leopold y matrices de interacción causa-efecto, estos métodos facilitaron una evaluación detallada de las huellas potenciales en las fases de edificación, operación, mantenimiento y cierre del proyecto.

Los resultados indicaron que, aunque en las fases de construcción y operación se generarían impactos negativos como ruido, polvo y residuos, los beneficios ambientales y sociales serían considerables, se espera una reducción de la contaminación ambiental, mejoras en salud pública y generación de empleo, además, el agua tratada será útil para el riego, lo que fortalecerá la agricultura local y mejorará la calidad de vida de los pobladores, en conclusión la viabilidad ambiental del proyecto quedó demostrada, y las medidas de mitigación y prevención bajo la norma ISO 14001 permitirán reducir los impactos negativos.

Lopez & Herrera (2015) en su investigación tuvieron como objetivo principal diseñar una PTAR en el distrito de La Esperanza, orientada a reutilizar el agua tratada para el riego de parques y jardines, además de reducir las descargas contaminantes al mar, el trabajo buscó también

proporcionar a estudiantes y profesionales interesados los conocimientos, pasos y metodología necesarios para el diseño de una PTAR, ofreciendo información suficiente para desarrollar el proyecto. En la tesis se detallaron los estudios básicos necesarios para iniciar el diseño de una PTAR, se establecieron parámetros de diseño y se analizaron distintas alternativas de tratamiento de aguas residuales. Estas alternativas fueron discutidas, evaluadas y se seleccionó la más adecuada. Además, el documento incluyó cálculos de dimensionamiento, costos de construcción y operación, así como un estudio de factibilidad económica del proyecto. También se especificaron los requerimientos previos, la operación y el mantenimiento necesarios para el funcionamiento de la planta.

2.1.3. Regional y Local

Correa (2022) tuvo como objetivo determinar las aguas residuales y los factores relevantes para proponer un tratamiento adecuado en la localidad de Jesús, en este proceso se consideraron diversos aspectos: la ubicación y disponibilidad de áreas, las características de la zona, datos climatológicos, el análisis físico químico y bacteriológico de las aguas residuales, el impacto ambiental, la información económica y los métodos constructivos, estos elementos permitieron seleccionar la alternativa de tratamiento más adecuada para la región. El proyecto abarcó los sitios de Jesús, el sector La Matarilla y el caserío Llimbe; partiendo de los promedios de los parámetros estimados, se identificaron tres posibles vías de tratamiento. Con una matriz de decisión en mano, se concluyó que la mejor alternativa consistía en la puesta en marcha de un reactor anaeróbico de flujo ascendente de alta eficiencia (UASB), reforzado con filtros percoladores y lechos de secado. Se propuso que el sistema pudiera operar durante veinte años, considerando una población proyectada de 7 547 habitantes y un caudal de diseño de 21 L/s. Con ese planteamiento, el efluente

tratado cumpliría los LMP y los ECA, garantizando su viabilidad para ser vertido al río Cajamarquino sin provocar impactos ambientales negativos.

Silva (2021) en su tesis, se propuso como objetivo general diseñar una PTAR en el distrito de Tacabamba, ubicado en la región de Cajamarca, dentro de los objetivos específicos, se incluyeron la elaboración de estudios básicos de ingeniería, la realización de un estudio técnico-económico, y el análisis de la sistematización de brechas de la PTAR, el tipo de investigación realizado fue aplicado y de carácter no experimental, basado en datos recopilados directamente del área de estudio, con un enfoque cuantitativo.

El sistema de tratamiento propuesto consistía en un conjunto de componentes clave diseñados para garantizar una depuración efectiva del agua residual. Además, se calculó un presupuesto total de S/. 3 321 507.30 nuevos soles para la implementación del proyecto, con una estimación de 120 días calendario para su ejecución, el proyecto fue considerado viable según el estudio de impacto ambiental (EIA) realizado, también se observó una reducción del 0.02% en el índice de brecha sanitaria a nivel nacional, lo que reflejó una mejora en la cobertura de tratamiento de aguas residuales gracias a la implementación de la planta propuesta.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Definición y tipología de aguas residuales

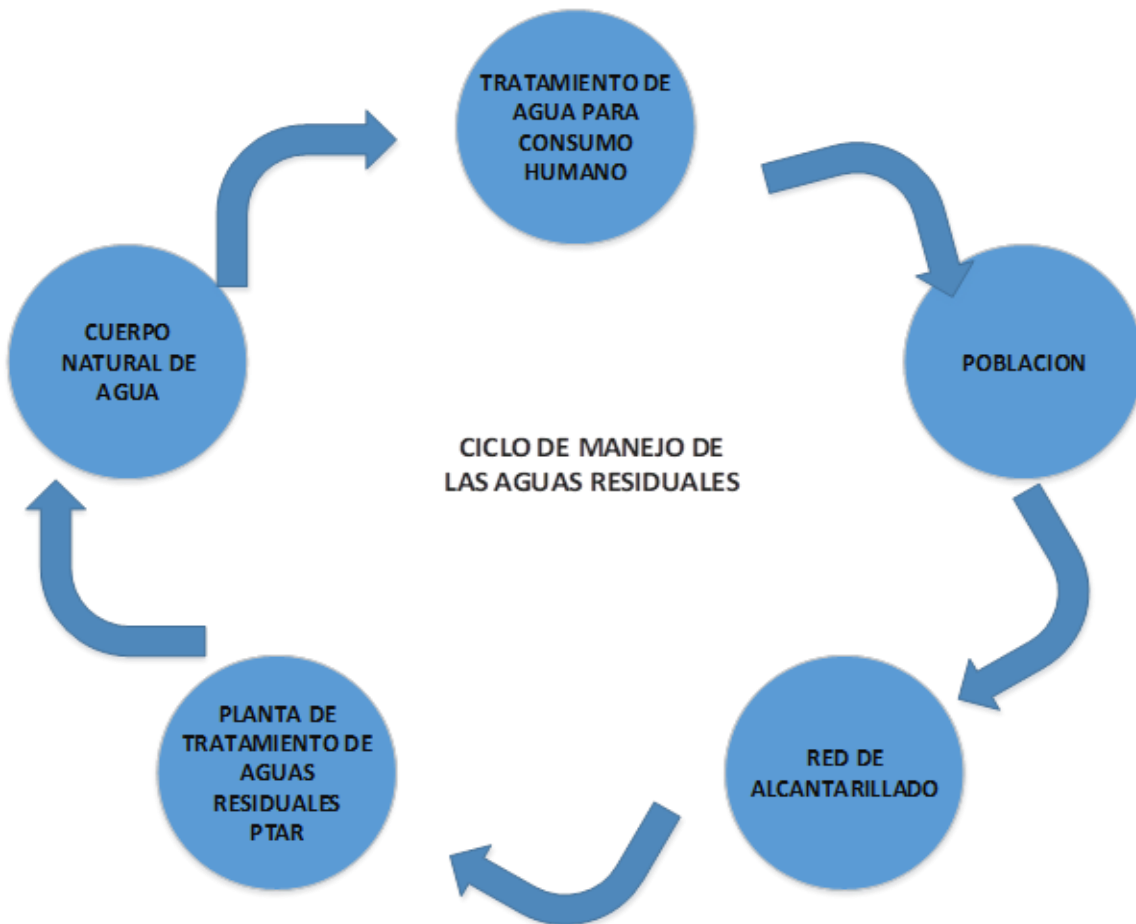
Las aguas negras son el resultado de actividades humanas y pueden provenir de diversas fuentes, se caracterizan por contener una mezcla de agua con materiales sólidos y disueltos que se consideran contaminantes, la constitución de las aguas residuales puede variar ampliamente dependiendo de su origen (Castelblanco et al., 2021).

2.2.1.1 Tipos de aguas residuales

- **Aguas residuales domésticas:** Proviene de actividades domésticas como la cocina, el baño y la lavandería. Contienen materia orgánica, detergentes y otros contaminantes.
- **Aguas residuales industriales:** Generadas por procesos industriales, contienen una extensa variedad de contaminantes que dependen de la industria de origen, como metales pesados, productos químicos y aceites.
- **Aguas residuales agrícolas:** Resultan del riego y la fertilización en actividades agrícolas. Contienen pesticidas, fertilizantes y materia orgánica.

2.2.2. Procesos de tratamiento de aguas residuales

Implica el uso de una combinación de métodos físicos y químicos junto a procesos biológicos que tienen como objetivo principal eliminar las partículas no deseadas presentes en el agua. De esta manera se asegura que el agua pueda ser devuelta al medio ambiente de forma segura o reutilizada en otros procesos sin peligros para la salud humana ni para los ecosistemas circundantes y permitiendo un uso continuado de los recursos acuíferos disponibles (Quintero, 2022).

Figura 1*Manejo de las aguas residuales***2.2.2.1. Tratamiento preliminar**

- **Remoción de sólidos grandes:** Uso de rejillas y tamices para eliminar objetos grandes que pueden dañar el equipo.
- **Desarenado:** Eliminación de arena y partículas pesadas mediante sedimentación.

2.2.2.2. Tratamiento primario

- **Sedimentación primaria:** Al emplear sedimentadores, se eliminan los sólidos en suspensión y se atenúa la carga orgánica.

2.2.2.3. Tratamiento secundario

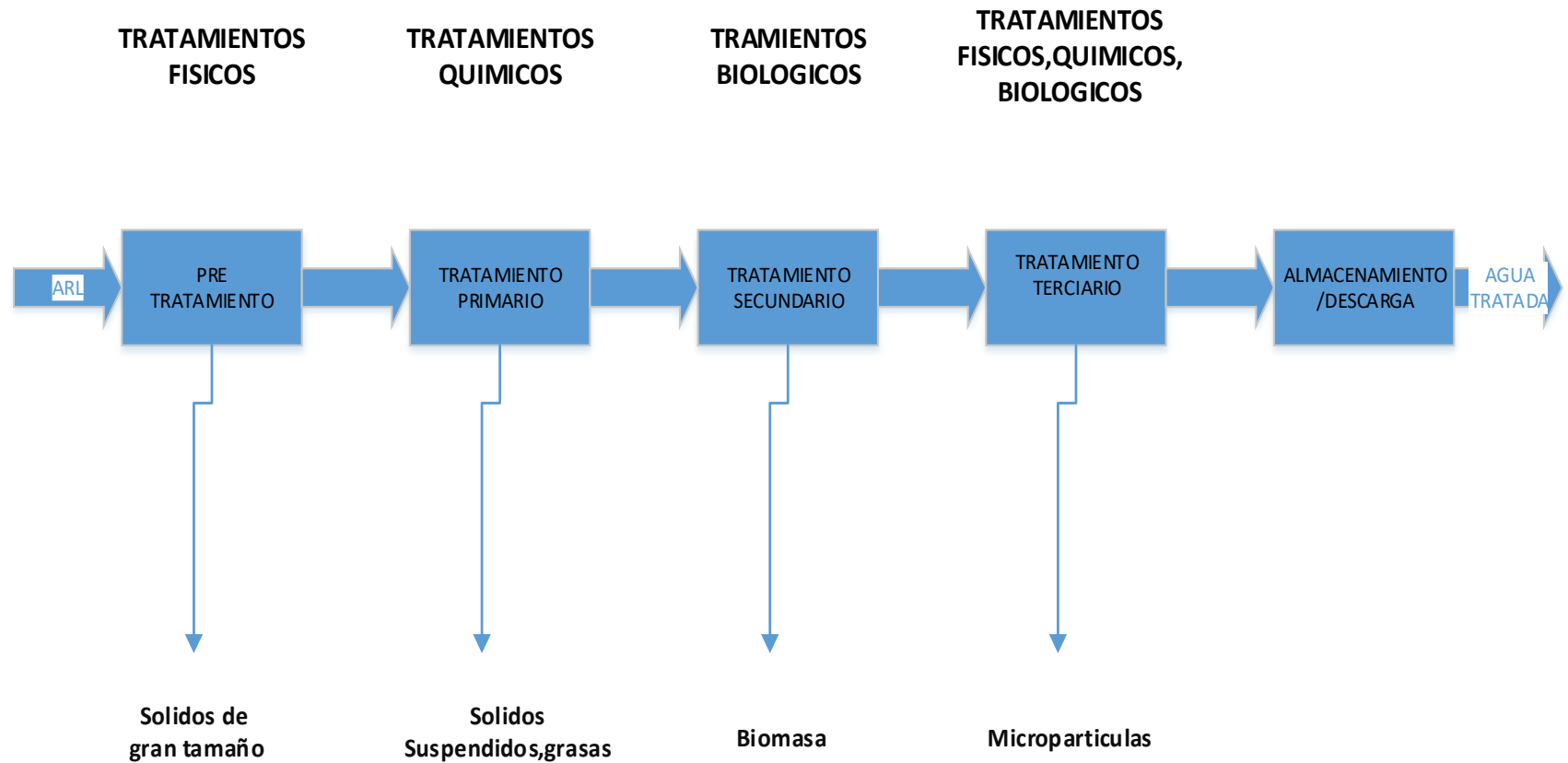
- **Procesos biológicos:** Consisten en la utilización del metabolismo bacteriano para descomponer y eliminar las sustancias contaminantes disueltas originales con el agua. Añadiéndose sistemas de tratamiento más compuestos encontrados como son los lodos activos que mezclan microorganismos con el agua residual en condiciones controladas, y filtros biológicos donde las bacterias bioadheridas a un soporte sólido metabolizan los contaminantes.
- **Desinfección:** Uso de cloro, ozono o rayos ultravioleta para eliminar patógenos y microorganismos.

2.2.2.4. Tratamiento terciario

- **Filtración avanzada:** Es un procedimiento de purificación que emplea tecnologías especializadas como membranas o filtros de alta precisión para eliminar contaminantes minúsculos del agua que no pueden ser eliminados por métodos convencionales.
- **Remoción de nutrientes:** Procesos específicos para la eliminación de nitrógeno y fósforo que pueden causar eutrofización.

Figura 2

Diagrama de tratamiento convencional de aguas residuales



Nota. En cada etapa, se trata el agua y como sub productos se separan descritas por cada etapa de forma vertical, lo cual pasa a un tanque de almacenamiento llamado tanque de lodos residuales.

2.2.3. *Tecnologías de tratamiento avanzadas*

Las tecnologías de tratamiento avanzadas son métodos y procesos innovadores utilizados para tratar aguas residuales que contienen contaminantes que no pueden ser eliminados completamente mediante tratamientos convencionales, estas tecnologías permiten una mayor eficacia en la remoción de contaminantes, asegurando que el agua tratada cumpla con normativas más estrictas de calidad y permitiendo su reutilización en diversas aplicaciones, como en la agricultura, la industria o incluso en el consumo humano, dependiendo del nivel de tratamiento aplicado (Damian, 2019).

Además, las tecnologías de tratamiento avanzadas integran procesos físicos, químicos y biológicos de alta eficacia, como la filtración por membranas, la oxidación avanzada y la adsorción, que permiten la eliminación de edificadores emergentes, patógenos y compuestos tóxicos persistentes, su diligencia contribuye no solo a la protección de los ecosistemas acuáticos y la salud pública, sino también al uso sostenible del recurso hídrico, ya que beneficia la economía circular y reduce la presión sobre las fuentes naturales de agua, especialmente en contextos de escasez hídrica y desarrollo urbano e industrial (Damian, 2019).

- **Reactores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket):** Son reactores que utilizan bacterias anaerobias para la degradación de materia orgánica, este proceso es eficiente en la remoción de DBO y produce biogás como subproducto.
- **Filtros percoladores:** Consisten en lechos de material permeable que soportan una biopelícula donde los contaminantes son degradados biológicamente al pasar el agua residual a través del lecho.

- **Humedales artificiales:** Ecosistemas diseñados que utilizan plantas y microorganismos para tratar el agua residual de manera natural, son eficientes en la remoción de nutrientes y contaminantes orgánicos.

2.2.4. Beneficios del reúso de aguas residuales

Hoy en día el proceso de tratar aguas residuales con el objetivo de reutilizarlas ya se ha introducido tanto en los hogares como en la industria y la agricultura; una vez que el agua atraviesa los tratamientos adecuados, vuelve a ser apta para su uso, se destinan para nuevos usos, estos usos pueden variar desde la irrigación agrícola y la recarga de acuíferos, hasta la reutilización en procesos industriales o incluso en aplicaciones urbanas como el riego de áreas verdes y la limpieza de calles (Toledo, 2021).

2.2.5. Normativas internacionales y nacionales

2.2.5.1. Normas (OMS) para el reúso de aguas residuales

La OMS ha desarrollado directrices específicas para el uso inequívoco de aguas residuales estas directrices examinan los avances y retos globales en la gestión de estas aguas, poniendo énfasis en el cumplimiento de la guía 6.3.1 de los ODS. Este indicador evalúa la participación de aguas residuales tratadas adecuadamente antes de ser vertidas o reutilizadas, el informe de ONU-Habitad señala que, aunque algunos países han mejorado su capacidad de tratamiento, persisten grandes diferencias en el nivel de tratamiento de aguas domésticas e industriales entre distintas regiones (OMS, 2021).

2.2.5.2. Ley general de aguas (Ley N° 29338) - Perú

Ley N° 29338 promulgada en Perú en 2009, regula el uso y encargo sostenible del agua, considerándola patrimonio de la Nación, de carácter inalienable e imprescriptible. Esta normativa

prioriza el acceso al agua para resguardar las escaseces básicas de la población y fomenta la participación ciudadana en el encargo de los recursos hídricos. Asimismo, promueve principios como la sostenibilidad, la eficiencia y la descentralización en su administración, y establece el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, bajo la dirección de ANA, encargado de coordinar acciones para la conservación y uso responsable del agua.

2.2.5.3. Decreto legislativo N° 1278 - Ley de gestión integral de residuos sólidos

El precepto establece reglas para el manejo integral de los desechos sólidos e incluye directrices tanto técnicas como financieras para su gestión adecuada y sostenible. Su propósito es impulsar la prevención y disminución de residuos sólidos mediante sus correctos aprovechamientos y una disposición final apropiada. Además de dar prioridad al cuidado del medio ambiente y la salud pública, fomentando la economía circular al valorizar los desechos y promoviendo una mayor responsabilidad por parte de los fabricantes. Se busca involucrar tanto empresas como ciudadanos en prácticas de reciclaje y reducción de residuos para promover una cultura más sostenible.

2.2.5.4. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Los ECA para el agua en Perú, definiendo límites máximos permisibles para diversas sustancias según el uso del recurso hídrico, las categorías abarcan consumo humano, recreación, riego agrícola y conservación de la biodiversidad acuática, esta normativa es fundamental para proteger y monitorear la calidad del agua en cuerpos de agua naturales y artificiales, promoviendo una gestión razonable del recurso hídrico y resguardando tanto la salud pública como el medio ambiente.

2.2.6. Evaluación del impacto ambiental.

2.2.6.1. Reducción de la contaminación de cuerpos de agua

La ejecución de tecnologías de tratamiento eficientes y el cumplimiento estrictamente de regulaciones ambientales son fundamentales para prevenir el daño en ríos y mares y asegurar la preservación de ecosistemas saludables para las próximas generaciones (Carreño, 2021).

2.2.6.2. Reutilización sostenible del agua

Una estrategia fundamental para hacer frente al creciente déficit de agua y fomentar el uso eficaz de los recursos naturales es el tratamiento y reutilización de aguas residuales para diversos propósitos como el riego de áreas verdes y cultivos agrícolas, así como para procesos industriales e incluso la recarga de acuíferos en algunos casos específicos. Esta práctica no solo ayuda a reducir la demandante necesidad de fuentes de agua potable, sino que también minimiza la liberación de contaminantes en los cuerpos receptores (Carreño, 2021).

2.2.6.3. Instrumentos de medición de impactos ambientales

La matriz de Leopold, gestada en 1971 por Luna B. Leopold y su grupo de colaboradores, actúa como una herramienta esencial para la valoración de impactos ambientales, su propósito es identificar y analizar de manera exhaustiva los efectos potenciales que diversos proyectos pueden tener sobre el ambiente.

La matriz se estructura como una herramienta bidimensional, con filas y columnas que representan distintos aspectos del ambiente y las actividades del proyecto, respectivamente, las filas simbolizan factores ambientales susceptibles de afectación, como el aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna, los ecosistemas y otros componentes esenciales del entorno natural, estos elementos permiten detallar y evaluar el modo en que el proyecto influye en cada aspecto ambiental.

Por otro lado, las columnas de la matriz se corresponden con las actividades específicas del proyecto que pueden generar impactos ambientales, como la construcción, la excavación, el transporte de materiales y el manejo de residuos, entre otras, cada actividad se considera una posible fuente de impacto sobre los distintos factores ambientales detallados en las filas (Portocarrero y Salas, 2022).

2.2.7. *Parámetros de campo evaluados*

2.2.7.1. Conductividad eléctrica

Actúa como una medida indirecta de la asamblea total de sales disueltas en el agua, como sodio, calcio, magnesio, cloruros, sulfatos y otros y suele expresarse en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) o en decisiemens por metro (dS/m). Este parámetro es clave para determinar la salinidad del agua, que afecta directamente la permeabilidad del suelo, el medio de nutrientes y la productividad de los cultivos. De acuerdo con la FAO, valores de conductividad mayores a 3 dS/m pueden ser perjudiciales para cultivos sensibles, ocasionando toxicidad iónica y problemas de infiltración en suelos arcillosos, un control riguroso de la conductividad es esencial para mantener la aptitud del agua para riego y evitar procesos de salinización de suelos (Risco, 2019).

2.2.7.2. Turbidez

Se evalúa en Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT), siendo un factor clave en el diseño y funcionamiento de sistemas de riego presurizados (como el riego por aspersión y goteo), donde valores por encima de 5 UNT pueden ocasionar bloqueos en los dispositivos de emisión, además de esto manera como se ve a simple vista los niveles altos de turbidez logran disminuir la capacidad de penetración de la luz en el agua lo cual afectaría directamente los procesos de

fotosíntesis en los cuerpos receptores y favorecería el crecimiento descontrolado de bacterias perjudiciales para la salud (FAO, 1994).

2.2.7.3. Temperatura

La temperatura del agua tiene un impactante en diversos procesos físico-químicos y biológicos como la solubilidad del oxígeno y la velocidad de las reacciones químicas, así como en el metabolismo de los organismos acuáticos. En el ámbito agrícola no hay límites exactos, pero se sugiere mantenerla por debajo de los 35°C para evitar el estrés térmico en los cultivos y garantizar la estabilidad de los sistemas de riego (MINAGRI, 2015).

2.2.7.4. pH

Es una medida de la acidez o alcalinidad del agua, cuyo valor óptimo para riego debe encontrarse entre 6.5 y 8.5. Valores extremos pueden afectar la solubilidad y disponibilidad de nutrientes esenciales, así como causar toxicidad por metales pesados o interferencias en la eficiencia de fertilizantes aplicados a través del agua. Asimismo, un pH fuera del rango puede corroer infraestructuras de riego y dañar las raíces de las plantas. El control del pH es fundamental para mantener la estabilidad química del sistema agrícola (FAO, 1985; D.S. 015-2015-MINAGRI).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Aguas residuales

Las aguas residuales son líquidos generados por actividades domésticas, industriales o agrícolas que transportan distintos contaminantes de origen físico y químico y biológico consigo mismo. Para prevenir impactos negativos en el entorno natural es necesario tratarlas adecuadamente antes de ser liberadas al medio ambiente.

2.3.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Es un sistema creado para purificar los elementos dañinos concurrentes en las aguas residuales utilizando métodos físicos y químicos además de procesos biológicos, su propósito es producir un líquido final que cumpla los requisitos ambientales establecidos y facilite su liberación segura o su posible reutilización en actividades como el riego de cultivos agrícolas.

2.3.3. Impacto ambiental

Cualquier cambio importante y notable generado por un proyecto o actividad humana en el entorno se considera una alteración ambiental. Estas modificaciones pueden incidir en aspectos físicos (agua, suelo, aire), biológicos y socio-económicos (salud y bienestar).

2.3.4. Evaluación de impacto ambiental (EIA)

Es el proceso técnico y administrativo en el cual se revisan y prevén las implicaciones ambientales de un proyecto antes de su ejecución, todo ello en aras de evitar o minimizar los impactos adversos sobre el entorno natural y social.

2.3.5. Reutilización de aguas residuales

El emplear aguas residuales tratadas en actividades provechosas, como la irrigación agrícola o la recarga de acuíferos, es una medida que fomenta el manejo sustentable del agua y contribuye a aliviar la presión hídrica en nuestras comunidades.

2.3.6. Riego agrícola

Es la aplicación controlada de agua a los cultivos para suplir sus necesidades hídricas. Cuando se utiliza agua tratada proveniente de una PTAR, se requiere asegurar que dicha agua cumpla con criterios sanitarios y agronómicos para no afectar la salud ni los suelos.

2.3.7. Matriz de Leopold

Es una técnica metodológica empleada para reconocer y evaluar las repercusiones medioambientales de un proyecto al relacionar las acciones llevadas a cabo en el proyecto con los elementos del entorno natural y atribuir un valor y relevancia a cada interacción.

2.3.8. Calidad del agua

Es el conjunto de propiedades físicas y químicas que definen la adecuación del agua para un uso particular en función de sus características biológicas también involucradas en esta determinación precisa de calidad del agua requerida para diversos fines específicos.

2.3.9. Gestión ambiental

Es la combinación de políticas públicas y acciones implementadas para evitar o reducir los efectos perjudiciales en el entorno causados por las actividades humanas.

2.3.10. Sostenibilidad

Es la habilidad de atender las demandas del presente sin sacrificar los recursos ni las oportunidades que requerirán las generaciones venideras. En el ámbito ambiental, implica el uso racional del agua, suelo y energía, promoviendo prácticas que aseguren su conservación a largo plazo.

2.4. Hipótesis

Ho: El estudio de pre-factibilidad socioambiental para la implementación de una PTAR con fines de riego agrícola en la ciudad de Chota, indica que el proyecto es viable social y ambientalmente.

Ha: El Estudio de pre-factibilidad socioambiental para la implementación de una PTAR con fines de riego agrícola en la ciudad de Chota, indica que el proyecto no es viable social ni ambientalmente.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA
VI. Implementación de una PTAR	Proceso sistemático y estructurado de establecer una instalación que trate aguas residuales con el fin de remover contaminantes y obtener un efluente que cumpla con los estándares de calidad establecidos.	Tecnología	- Complejidad tecnológica	- Guía de evaluación técnica.	- Nominal
		Automatización	- Nivel de automatización de los procesos	- Lista de chequeo de automatización	
VD. Viabilidad del proyecto	Evaluación integral que determina si un proyecto es realizable y sostenible en términos ambientales y sociales.	Viabilidad social	- Aceptación comunitaria (Bajo, medio, alto) del proyecto - Beneficios sociales percibidos por la comunidad (Bajo, medio, alto)	- Encuestas para evaluar la percepción y aceptación del proyecto	- Escala Likert
		Viabilidad Ambiental	- Impactos ambientales	- Matriz Leopold.	- Magnitud: 0 = sin cambio, 1-3 = leve, 4-6 = moderado, 7-8 = alto, 9-10 = muy alto o crítico - Importancia: 0 = irrelevante, 1-3 = baja, 4-6 = media, 7-8 = alta, 9-10 = muy alta o prioritaria

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

Figura 3

Mapa de ubicación de estudio

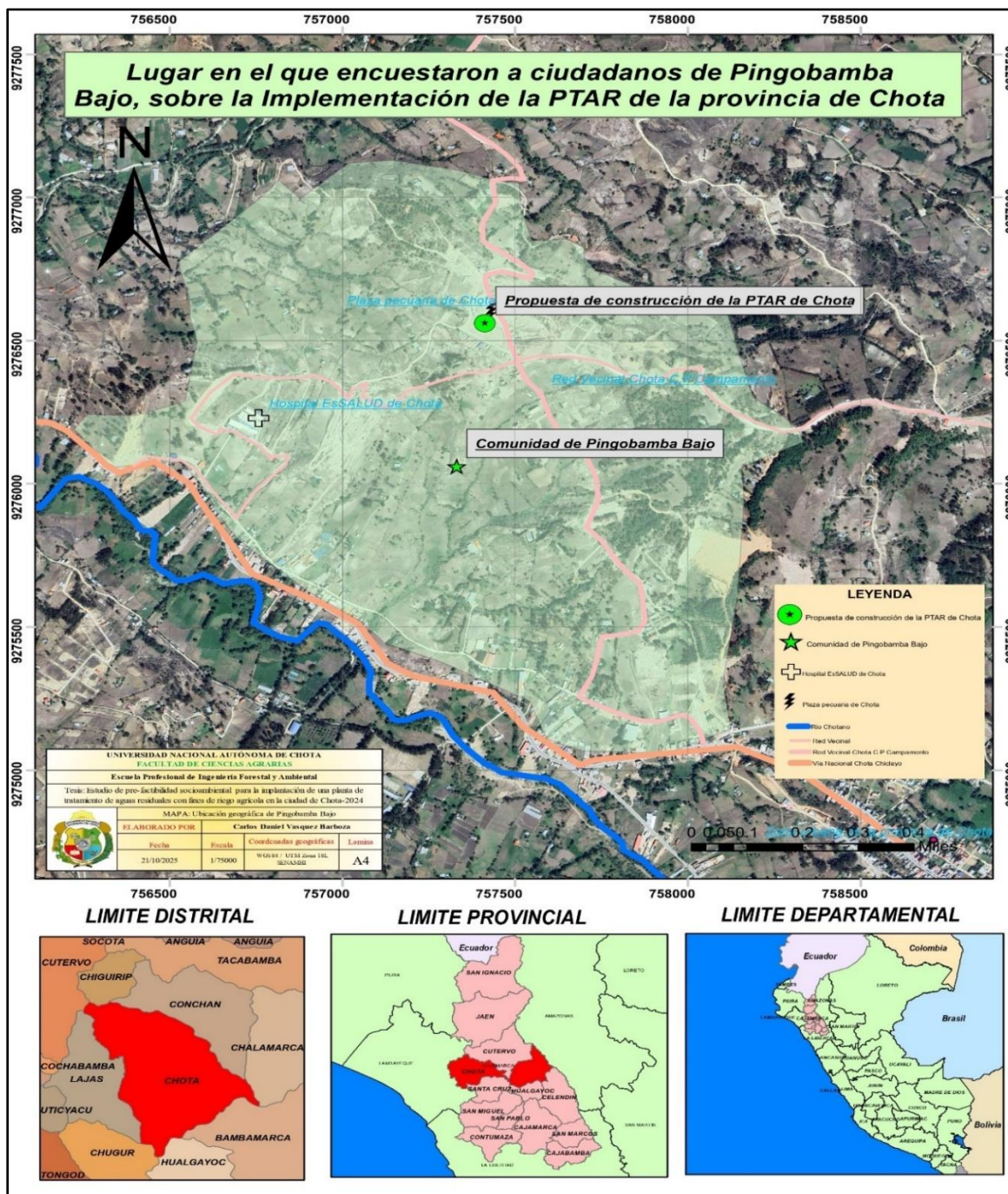
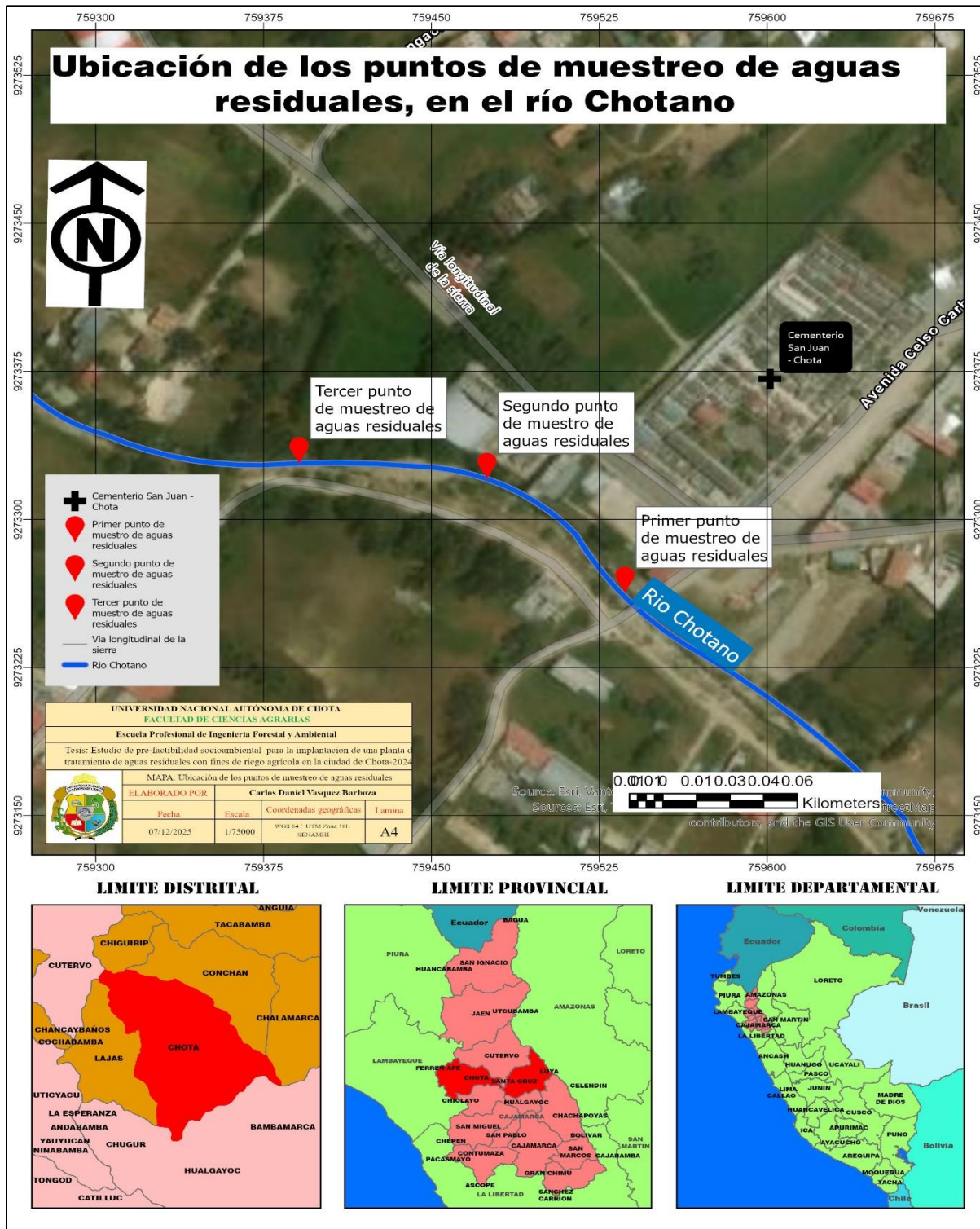


Figura 4

Mapa de ubicación de los puntos de muestreo



3.2. Tipo y nivel de investigación

El estudio se ejecutó desde un enfoque mixto porque se empleó un cuestionario para la recolección de datos con el propósito de medir el nivel de aceptación y percepción social de la PTAR, así mismo se analizó los parámetros de calidad de las aguas del río Chotano (Rodríguez y Sánchez, 2021).

El Tipo de estudio es de tipo explicativa descriptiva, dado que se explica las causas y efectos de la ejecución de una PTAR en la ciudad de Chota y descriptiva ya que se evaluó los parámetros de calidad de agua del río Chotano (Martínez y Pérez, 2022).

3.3. Diseño de la investigación

La investigación actual utiliza un enfoque metodológico no experimental y transversal. Se considera no experimental ya que las variables de estudio no fueron manipuladas intencionalmente, lo que permite observar los fenómenos en su entorno natural, tal como se presentan. Asimismo, se clasifica como transversal porque la recopilación de datos se llevó a cabo en un único punto temporal, proporcionando una representación específica de la realidad en el momento del estudio (López y Gómez, 2020).

3.4. Métodos de investigación

Para el desarrollo de esta investigación se aplicó la “Encuesta”, que consto de un cuestionario de 15 preguntas que midieron la percepción de los pobladores. Además, se integraron métodos cuantitativos, para medir los niveles de conductividad, turbidez, temperatura, pH, oxígeno disuelto en las aguas del río Chotano (Fernández y Ruiz, 2021).

3.4.1. *Métodos cuantitativos*

- **Encuestas estructuradas:** Para medir la percepción y aceptación de los pobladores sobre la implementación de una PTAR en la ciudad de Chota se aplicó un cuestionario de 15 pregunta estructurado en 2 partes para medir cada dimensión, la encuesta incluyó preguntas cerradas con escala Likert (García y Torres, 2023).

3.4.2. *Métodos cualitativos*

- **Entrevista estructurada:** Se llevo a cabo entrevistas estructuradas con expertos para medir el nivel tecnológico que utilizara la PTAR en la ciudad de Chota, estas entrevistas proporcionarán información detallada sobre la complejidad tecnológica y el nivel de automatización de cada proceso como la floculación, sedimentación, filtración, etc. (Pérez y Morales, 2022).
- **Revisión de literatura y estudios de casos:** Se revisaron estudios de caso, informes técnicos y literatura relevante para obtener información sobre la implementación de PTARs en contextos similares, esto ayudo a identificar mejores prácticas y posibles desafíos relacionados con la infraestructura y la eficiencia operativa (Gómez y López, 2021).

3.5. **Población, muestra y muestreo**

3.5.1. *Población*

Estuvo dispuesta por los 750 habitantes del centro poblado de Pingobamba (Intraett, Red de centros poblados, 2023), este lugar fue evaluado para establecer la viabilidad de la ejecución de una (PTAR) con fines de riego agrícola (García y Torres, 2023).

3.5.2. Muestra

La muestra se instituyó con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{(N-1)E^2 + Z^2 pq} =$$

Donde:

N: Población: 750 habitantes

Z: Nivel de confianza al 95% (Z= 1.96)

E: % de error (5%)

p: probabilidad de éxito (80%)

q: probabilidad de fracaso (20%)

- **Componente social:** Se calculó un total de 117 pobladores en el centro poblado de Pingobamba bajo, constituyendo así la muestra.
- **Componente ambiental:** Se tomó una (1) muestra compuesta de las aguas del río Chotano, ubicada en el distrito de Chota, región de Cajamarca, de estas aguas se evaluaron utilizando un multiparámetro de marca LUTRON-WA-SD-2017 de origen americano para formar el tipo de tratamiento que se dará para riego agrícola, así mismo para determinar la viabilidad y beneficios de la PTAR (Norma Técnica Peruana, NTP, 2016).

3.5.3. Muestreo

- **Componente Social:** Aleatorio simple, se seleccionó una muestra aleatoria de residentes y propietarios de establecimientos comerciales en Pingobamba para asegurar la representatividad de diferentes grupos dentro de la comunidad (García y Torres, 2023).
- **Componente Ambiental:** Aleatorio Simple, se seleccionaron puntos de muestreo de manera aleatoria a lo largo del curso del río Chotano cada dos horas (muestra compuesta) según indica la NTP (Norma técnica peruana, 2016), esto permitió obtener una visión general y continua de la calidad del agua en diferentes secciones del río (Mendoza y Castillo, 2020). Entre los puntos de muestreo seleccionados tenemos el primer punto a la altura del Cementerio San Juan específicamente donde se une el río Colpa Mayo y el río Chotano con coordenadas UTM (759531.93E, 9273257.962N, 17M), el segundo punto (759460.557E, 9273322.146N, 17M) y el tercer punto (759531.853E, 9273257.941N, 17M).

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Para la selección de datos se utilizaron diversas metodologías complementarias como encuestas estructuradas y entrevistas a expertos, junto a una revisión de documentos. Las encuestas se llevaron a cabo tanto entre residentes como propietarios de negocios para obtener datos cuantitativos sobre sus percepciones y expectativas en relación al tratamiento de aguas residuales.

Por otro lado, las entrevistas detalladas fueron realizadas a expertos en el campo de aguas residuales para obtener información cualitativa detallada sobre los aspectos técnicos y operativos

del proceso. Por último, el análisis documental se enfocó en la recopilación y estudio de investigaciones, regulaciones y experiencias anteriores pertinentes que proporcionaron un respaldo teórico y contextual para la realización de la investigación (Pérez y Morales, 2022).

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se empleó un cuestionario de quince ítems, con una escala Likert que abarca desde “muy en desacuerdo” (1), pasando por “desacuerdo” (2), “ni de acuerdo ni en desacuerdo” (3), “de acuerdo” (4) y culminando en “muy de acuerdo” (5). Complementariamente, se realizó una entrevista estructurada dirigida a cinco expertos en tratamientos de aguas residuales, con el objetivo de evaluar el nivel tecnológico de la PTAR (Gómez y López, 2021).

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos recogidos se agruparon y ordenaron según la codificación de los encuestados en Microsoft Excel 2016, posteriormente se analizaron con el software estadístico IBM SPSS versión 25.0 statistics, para realizar un análisis descriptivo, también se aplicaron técnicas estadísticas inferenciales para la contratación de la hipótesis, para la producción de la matriz Leopold se utilizó Microsoft Excel 2016 (Martínez y Herrera, 2023).

3.8. Aspectos éticos

El estudio actual se transportó a cabo siguiendo principios éticos rigurosos para avalar la reserva de la información proporcionada por los participantes y obtener su consentimiento informado previamente. Además de ello se aseguró la transparencia en el manejo y presentación de los datos. Cada participante recibió información detallada sobre los objetivos de la investigación y se aseguró de que su participación fuera voluntaria y libre en total respeto a sus derechos y a la integridad ética exigida por el proceso científico (Resnik, 2020).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Monitoreo físico-químico y microbiológico de los parámetros de calidad del agua.

Tabla 2

Parámetros evaluados

Parámetros	Valores (Río Chotano)	Límites máximos permisibles	Referencia o criterio técnico
DBO5	16.5	100 mg/L	D.S.003-2010-MINAM
DQO	35.1	200 mg/L	D.S.003-2010-MINAM
Turbidez	76.6 UNT	≤ 5 UNT	Referencial FAO / OMS
Sulfatos	10.275 mg/L		
O.D.	4.35 mg/L	≥ 5 mg/L	No obligatorio, pero ideal para aguas no estancadas (FAO)
Conductividad	510 μS/cm	≤ 3 dS/m (3000 μS/cm)	FAO – Guía para la calidad del agua en riego
pH	8.37	6.5 – 8.5	D.S. 015-2015-MINAGRI / FAO
Coliformes totales	92 x 10 ² NMP/ 100mL	D.S. N.º 004-2017-MINAM
Coliformes termotolerantes	350 NMP/ 100mL	1000	D.S. N.º 004-2017-MINAM
Huevos de Helminfos	≤ 1 HH/L
Sólidos totales	205	150	D.S.003-2010-MINAM
Temperatura	18.13 °C	≤ 35 °C	D.S. 015-2015-MINAGRI

Nota. Los valores de campo se midieron con el multiparámetro WA-SD-2017, y valores adicionales en laboratorio regional (ver anexo 3)

Respecto a la calidad del agua del río Chotano, se evidenció que los parámetros de conductividad eléctrica (510 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y temperatura (18.13 $^{\circ}\text{C}$) se mantuvieron dentro de los valores establecidos en los ECA – Categoría 3, subcategoría D1, de acuerdo con el D.S. N.º 004-2017-MINAM. En el caso del pH (8.37), este valor se ubicó en el límite superior permitido (6.5 – 8.5), lo cual sugiere una tendencia hacia la alcalinización del agua. Este comportamiento puede afectar la solubilidad y disponibilidad de nutrientes esenciales como el hierro, manganeso y fósforo, lo que representa un riesgo potencial para cultivos sensibles a condiciones alcalinas prolongadas.

En contraste, los resultados de turbidez (76.6 UNT) y oxígeno disuelto (4.35 mg/L) no cumplieron con los valores técnicos recomendados para uso agrícola. La turbidez superó ampliamente el valor referencial de 5 UNT establecido por la FAO y la OMS, lo que podría ocasionar obstrucciones en sistemas de riego por goteo y una disminución en la eficiencia hidráulica. Del mismo modo, el oxígeno disuelto fue inferior al valor mínimo ideal de 5 mg/L, lo que indica posibles condiciones reductoras asociadas a una carga orgánica significativa.

Finalmente, los parámetros microbiológicos mostraron valores que requieren especial atención. Los coliformes totales (9.2×10^2 NMP/100 mL) y los coliformes termotolerantes (350 NMP/100 mL) se hallaron dentro de los límites permisibles según el D.S. 003-2010-MINAM, sin embargo, su presencia refleja una contaminación fecal moderada, lo que obliga a implementar medidas de control y desinfección en caso de destinarse al riego de cultivos de consumo directo. En cuanto a los sólidos totales (205 mg/L), estos superaron el límite de 150 mg/L, lo cual puede contribuir a la salinización progresiva del suelo y generar impactos negativos en la estructura de cultivos sensibles.

4.1.2. Nivel de aceptación y percepción de la población sobre el proyecto de una PTAR con fines de riego agrícola.

Tabla 3

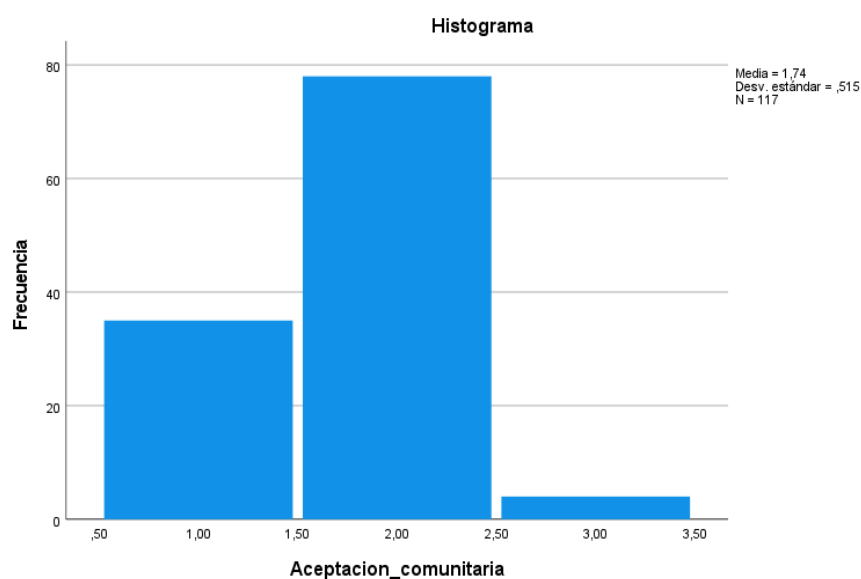
Aceptación comunitaria sobre la implementación de una PTAR

Aceptacion_comunitaria					
		Frecuencia	Porcentaje	% válido	% acumulado
Válido	Bajo	35	29,9	29,9	29,9
	Medio	78	66,7	66,7	96,6
	Alta	4	3,4	3,4	100,0
Total		117	100,0	100,0	

Nota: Cuestionario aplicado a la población del centro poblado de Pingobamba-Chota

Figura 5

Frecuencia de respuesta-Aceptación del proyecto



En relación al grado de aceptación de la comunidad respecto al proyecto de una PTAR para uso en agricultura irrigada; se observó en la (tabla 3) que la mayoría de los habitantes mostraron un nivel medio de aceptación representando el 66.7 % del total de encuestados es decir 78 personas, este hallazgo refleja una actitud mayormente receptiva, aunque no completamente convencida quizá influenciada por la falta de ciencias técnicas o por la incertidumbre.

Además de ello 29,9 % aproximadamente 35 individuos expresaron una baja disposición hacia esa propuesta, lo cual sugiere la presencia de cierta resistencia o dudas por parte de un grupo de personas, lo cual podría estar relacionado a preocupaciones sobre consecuencia negativas.

Por otra parte solamente 4 individuos de la muestra total (equivalente al 3.4 %) mostraron una aceptación significativa; esto indica que la disposición favorable hacia la adopción de la PTAR era limitada entre los miembros de la comunidad y que es necesario difundir más información para consolidar el apoyo ciudadano al proyecto.

Tabla 4

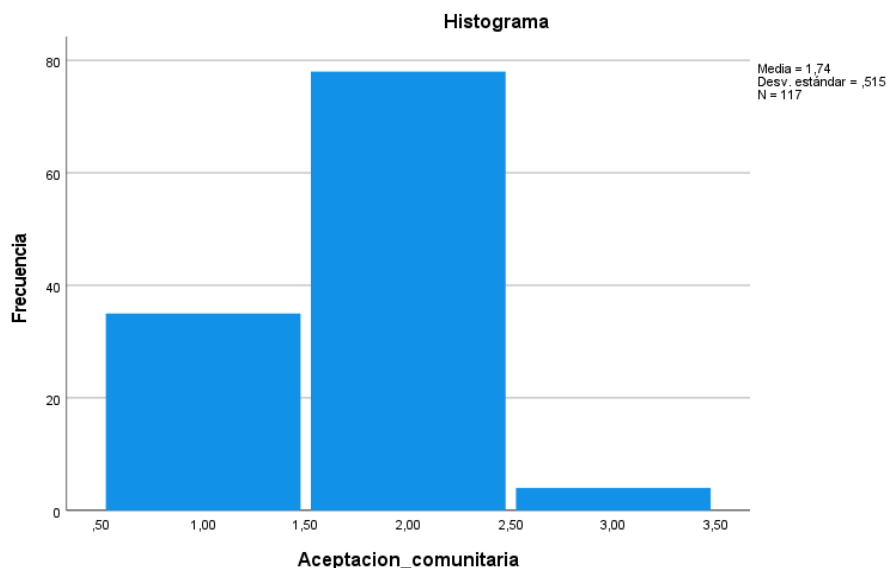
Beneficios comunitarios sobre la implementación de una PTAR

		Beneficios comunitarios			
		Frecuencia	Porcentaje	% válido	% acumulado
Válido	Bajo	27	23,1	23,1	23,1
	Medio	87	74,4	74,4	97,4
	Alto	3	2,6	2,6	100,0
Total		117	100,0	100,0	

Nota: Cuestionario aplicado a la población del centro poblado de Pingobamba-Chota

Figura 6

Frecuencia de respuesta-beneficios del proyecto



En cuanto a la percepción de los beneficios comunitarios (tabla 4) derivados del proyecto de una PTAR con fines de riego agrícola, se observó que la mayoría de los encuestados presentó un nivel medio de percepción, representando el 74.4% del total de la muestra, es decir, 87 personas. Este resultado indica que existe una valoración moderada respecto a los beneficios potenciales del proyecto, aunque aún persiste la necesidad de reforzar la comprensión de sus impactos positivos en la comunidad.

Un 23.1 % de los participantes (27 personas en total) expresaron tener una percepción limitada en cuanto a los beneficios del proyecto; esto indica que una parte inmensa de la población podría no comprender claramente las contribuciones o ventajas del mismo posiblemente a la escasez de información detallada o a experiencias previas limitadas en tecnologías similares.

Al final solamente tres individuos (equivalente al 2.9 % del grupo completo) indicaron una apreciación significativa de los beneficios percibidos, lo que sugiere que la emoción o la valoración completa de los efectos positivos del proyecto fueron bastante restringidos dentro de la comunidad.

Tabla 5*Estadístico descriptivo de cuestionario aplicado*

Estadísticos descriptivos						
	N	Rango	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
¿Está de acuerdo con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en su comunidad de Pingobamba?	117	4,00	415,00	3,5470	1,26284	1,595
¿Considera que la PTAR es necesaria para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad de Pingobamba?	117	4,00	452,00	3,8632	,83981	,705
¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?	117	4,00	335,00	2,8632	1,17375	1,378
¿Considera que el proyecto de la PTAR respetará las normas ambientales?	117	3,00	379,00	3,2393	,90639	,822
¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la construcción o puesta en marcha de la PTAR?	117	4,00	403,00	3,4444	1,02927	1,059
¿Cree que el agua tratada de la PTAR es apta para riego agrícola?	117	4,00	408,00	3,4872	,83682	,700
¿Está de acuerdo con la ubicación propuesta para la PTAR en su comunidad?	117	4,00	372,00	3,1795	1,20069	1,442

¿Considera que la implementación de la PTAR es una prioridad para la comunidad?	117	4,00	424,00	3,6239	,92593	,857
¿Cree que la implementación de la PTAR mejorará la salud pública en la comunidad?	117	4,00	420,00	3,5897	,94826	,899
¿Considera que la implementación de la PTAR generará oportunidades de empleo local?	117	4,00	429,00	3,6667	,80943	,655
¿Cree que la PTAR fomentará el uso sostenible del agua en la agricultura?	117	4,00	392,00	3,3504	,89362	,799
¿Considera que la implementación PTAR mejorará la calidad de vida en la comunidad?	117	4,00	399,00	3,4103	,98396	,968
¿Cree que la implementación PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?	117	4,00	340,00	2,9060	1,04207	1,086
¿Considera que la construcción de PTAR incrementará el valor de las tierras agrícolas en la comunidad?	117	4,00	381,00	3,2564	1,09980	1,210
¿Cree que la PTAR fomentará el cuidado del medio ambiente en la comunidad?	117	4,00	432,00	3,6923	1,06238	1,129
N es la muestra	117					

Según los resultados descriptivos presentados; los participantes expresaron un alto nivel de acuerdo en cuanto a la viabilidad de instalar una PTAR en la comunidad de Pingobamba; la pregunta “¿Consideraría usted que la implementación de una PTAR es crucial para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad?” arrojó un promedio de 3;86; uno de los más altos registrados; lo cual señaló un consenso generalizado acerca de la importancia técnica del mencionado proyecto. Además de eso la pregunta ¿La instalación de la PTAR creará puestos de trabajo locales?” y “¿Piensa que la PTAR promoverá la protección del medio ambiente en la comunidad?” también recibieron altas calificaciones de 3.66 y 3.69 respectivamente, lo que indica una percepción positiva sobre los efectos positivos esperados.

Sin embargo, no todas las percepciones fueron positivas. Algunas afirmaciones reflejaron niveles más bajos de aceptación o confianza, como en el caso de la pregunta “¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?”, la cual obtuvo una media de 2.86 y una desviación estándar de 1.17, indicando no solo una menor confianza, sino también una mayor dispersión en las respuestas. Del mismo modo, la afirmación “¿Cree que la implementación de la PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?” tuvo una de las medias más bajas (2.91), lo que evidenció escepticismo o falta de claridad sobre los beneficios económicos directos del proyecto para la comunidad.

4.1.3. Impactos ambientales generados por el proyecto de una PTAR.

Para la elaboración de la matriz de Leopold, se empleó una escala de valoración de impactos que combina magnitud (de -10 a +10) e importancia (de 1 a 10), generando así valores resultantes que varían entre -100 (impacto negativo muy significativo) hasta +100 (impacto positivo muy significativo). En el presente estudio, los valores obtenidos oscilaron entre -22 (impacto negativo irrelevante) y +97 (impacto positivo muy importante).

En la matriz de Leopold se identificaron 21 actividades generadoras de impacto asociadas a las distintas fases del proyecto y 21 componentes ambientales susceptibles de ser afectados, tanto de manera negativa como positiva. Cada una de las actividades propuestas interactuó con los elementos del entorno físico, biológico y socioeconómico, permitiendo determinar el nivel de afectación global del proyecto de implementación de una PTAR con fines de riego agrícola.

La actividad que generó el mayor impacto negativo correspondió a la construcción de la planta de tratamiento, ubicada dentro de la etapa de construcción, con un puntaje de -22, clasificado como un impacto negativo irrelevante. Este valor se asoció principalmente a las alteraciones en el paisaje, emisiones atmosféricas y modificación del suelo. En contraste, la actividad con mayor impacto positivo fue la descarga de aguas tratadas, correspondiente a la etapa operativa, con un valor de 97, calificado como un impacto ambiental positivo muy importante. Este resultado reflejó el beneficio generado por el adecuado funcionamiento de todos los procesos de tratamiento dentro de la PTAR, siendo esta descarga el producto final ambientalmente valorizado del sistema.

De manera general, se observó que las actividades con mayores impactos negativos, además de la construcción de la planta, fueron: desmonte y despalme (-20), limpieza y mantenimiento preventivo y correctivo del sistema (-19) y pretratamiento (-17). Estos impactos se relacionaron principalmente con el cambio de uso del suelo, la modificación del paisaje y la emisión de contaminantes atmosféricos. Por el contrario, entre las actividades con mayores impactos positivos se encontraron el acondicionamiento de áreas verdes (82), el manejo de residuos sólidos (81) y las actividades socioeconómicas (60), debido a que contribuyeron de manera directa al mejoramiento ambiental.

Figura 7

Matriz Leopold



AUTOR
Bach. Carlos Daniel Vásquez Barboza

Estudio de pre-factibilidad socioambiental para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales con fines de riego agrícola en la ciudad de Chota-2025

			ACCION 1				ACCION 2								Accion 3								Positivas	Negativas	Total de afectaciones	Impacto del agregado			
			Preparación de sitio				Costruccion								Operación y mantenimiento														
			Desmonte y despalme	Trazo de líneas	Nivelación del terreno	Generación de residuos sólidos	Construcción de campamentos y área de almacenamiento de materiales	Extracción de vegetación	Excavación	Instalación de tuberías de entrada y salida	Construcción de planta de tratamiento	Operación de maquinaria	Manejo y disposición de residuos	Acondicionamiento de áreas verdes	Trasito de vehículos	Manejo y disposición de residuos	Actividades socioeconómicas (Talleres, capacitaciones, sensibilización, programas)	Pretratamiento	Tratamiento primario	Tratamiento secundario	Tratamiento terciario	Descarga	Limpieza y mantenimiento preventivo correctivo del sistema						
Físico	Paisaje	Apariencia visual	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		2	3		6		-1	-1	-1	-1	2	-1	4	13	17	-22		
		Agua	Calidad de agua	-1			-1	-2	-1			-1	-1	2			1						3	3	3	7	10	25	
	Atmosfera	Generación de gases	-2		-1	-1		-1	-1		-5	-3	1			-3	-1		-4	-2	1			-1	2	12	14	-35	
		Presencia de vectores											1			-1								-1	1	5	6	-10	
		Ruidos y vibraciones	-2		-1			-1	-1		-5	-3				-3										0	7	7	-16
		Emission de material particulado	-2		-1			-1	-1		-5	-3				-1										0	7	7	-14
	Suelo	Modificacion del relieve	-2		-1			-1	-1	-1	-2			-1			-1									0	8	8	-10
		Susceptibilidad a la erosion	-1					-1	-1	-1	-2			3												1	5	6	3
		Conservación del espacio natural	-1					-1					2	9			1							2		4	2	6	36
		Calidad de suelo	-1					-1	-1		-1		2				1		-1	-1	-1			1	-1	3	8	11	-10
Biológico	Flora	Diversidad de especies	-2	-1				-1	-1		-1			5											1	5	6	5	
		Cultivos agrícolas							-1						3											0	1	1	-1
	Fauna	Diversidad de especies	-1	-1				-1	-1		-1	-1		1	-1											1	7	8	-6
		Deterioro de hábitat	-1	-1				-1	-1	-1	-1					-1										0	7	7	-7
		Desplazamiento de población de fauna	-2	-1			-1	-1	-1		-1	-1				-1										0	8	8	-9
Socioeconómico	Social	Presencia de población foranea	2		2		2	2	2	2	2	1	1		2	1		1	1	-1	-1		1	13	2	15	21		
		Calidad de vida											2			8	6	-1	-1	-1			5	-1	4	4	8	63	
		Aceptabilidad social	-1			-1	-1	-1	-1		1	-1	2	6	-1	8	6	3	-1	-1	-1		3	6	6	11	17	62	
	Económico	Salud y seguridad				-1	2				-1	-1	-1			1	6	3	-1	-1	-1		3	6	3	9	12	4	
		Empleo fijo												1			2	2	2	2	2	2	2	2	8	0	8	40	
		Empleo temporal	2	2	2		2	2	2	2	2	1	1	2	1		3	3	3	3	3	3	3	3	13	0	13	24	
			2	1	2	0	3	2	2	2	3	2	9	8	2	9	4	2	2	2	1	7	2	67	128	195			
			14	4	5	5	4	15	12	4	13	8	2	0	7	3	0	7	7	7	3	0	8	128					
			16	5	7	5	7	17	14	6	16	10	11	8	9	12	4	9	9	9	4	7	10	195					
			-20	-2	-1	-5	1	-11	-8	0	-22	-12	13	82	-8	81	60	-17	-15	-12	-3	97	-19	179					

4.2. Contrastación de Hipótesis

Tabla 6

Contrastación de hipótesis

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	D.S	Media de error estándar
Aceptación	117	51,1197	10,55622	,97592

Nota. Tratamiento de los resultados en IBM SPSS statistics, donde N es la muestra.

Tabla 7

Prueba para una muestra

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 50						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Aceptación	1,147	116	,254	1,11966	-,8133	3,0526

Nota. Tratamiento de los resultados en IBM SPSS statistics

Tabla 8*Tamaños de efecto de una muestra*

Tamaños de efecto de una muestra					
		Standardizer	Estimación	Intervalo de confianza al	
		^a	de puntos	95%	
				Inferior	Superior
Aceptación	d de Cohen	10,55622	,106	-,076	,288
	corrección de	10,62509	,105	-,075	,286
	Hedges				

Se aplicó una prueba t de una muestra con el objetivo de contrastar si el nivel de aceptación de la comunidad hacia la implementación de la PTAR era significativamente diferente al valor mínimo esperado de 50 puntos. Los resultados mostraron una media de aceptación de 51.12, con una desviación estándar de 10.55 y un valor t de 1.147 para 116 grados de libertad.

La significancia bilateral obtenida fue $p = 0.254$, mayor al nivel crítico de $\alpha = 0.05$, por lo que se concluyó que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media observada y el valor esperado. En consecuencia, no se rechazó la hipótesis nula (H_0), determinándose que el proyecto presenta viabilidad social aceptable según la percepción comunitaria.

4.3. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en el monitoreo físico-químico y microbiológico del río Chotano muestran un comportamiento heterogéneo respecto al cumplimiento de los parámetros normativos establecidos para riego agrícola. En primer lugar, la DBO₅ (16.5 mg/L) y la DQO (35.1 mg/L) se ubicaron muy por debajo de los límites del D.S. 003-2010-MINAM (100 mg/L y 200 mg/L respectivamente), lo que evidencia una carga orgánica moderada, similar a lo reportado por Cabanillas & Vásquez (2022), quienes registraron una DBO baja (13.69 mg/L) en su estudio de PTAR en Víctor Larco, demostrando que valores reducidos de materia biodegradable facilitan la selección de tecnologías de tratamiento eficientes y de menor complejidad operacional; sin embargo, otros parámetros del río Chotano mostraron condiciones desfavorables, destacando la turbidez elevada (76.6 UNT), que supera ampliamente el valor referencial de 5 UNT (FAO/OMS), así como la disminución del oxígeno disuelto (4.35 mg/L) respecto al mínimo ideal de ≥ 5 mg/L, lo que puede reflejar procesos de aportes de sedimentos o actividad orgánica, esta situación contrasta con el estudio de Correa (2022), quien identificó que la selección de tecnologías como reactores UASB y filtros percoladores responde precisamente a escenarios con cargas mixtas donde la presencia de sólidos y materia orgánica requiere tratamientos primarios y secundarios robustos.

El pH de 8.37, aunque dentro del rango permitido (6.5–8.5), se posicionó en el límite superior, indicando tendencia a la alcalinización, mientras que los sólidos totales (205 mg/L) superaron el límite del MINAM (150 mg/L), advirtiendo riesgo de salinización progresiva de suelos agrícolas, este tipo de condiciones coincide con lo señalado por Correa (2022), quien enfatiza que la caracterización detallada del agua residual es fundamental para seleccionar el tren de tratamiento más adecuado y garantizar que el efluente tratado cumpla los ECA antes de su

disposición o reúso. Respecto a la microbiología, los coliformes termotolerantes (350 NMP/100 mL) se mantuvieron por debajo del límite ECA de 1000 NMP/100 mL, mientras que los coliformes totales, aunque no normados, mostraron presencia significativa (9.2×10^2 NMP/100 mL), sugiriendo una contaminación microbiológica moderada que coincide con reportes como el de Risco (2019), quien observó situaciones similares en su evaluación de una PTAR en San Francisco-Cañete, concluyendo que la aplicación de procesos de desinfección y clarificación reduce considerablemente el riesgo sanitario.

Asimismo, en el componente de aceptación social, se encontró que el 66.7 % de la población mostró un nivel medio de aceptación del proyecto PTAR, y la prueba estadística no evidenció diferencias significativas frente a la media esperada. Este nivel de predisposición moderada es comparable al estudio de Ortega (2020), quien evaluó la pre-factibilidad de una PTAR para curtidoras industriales en el Perú y detectó inicialmente resistencias sociales asociadas a la desinformación. Al igual que en Pingobamba, Ortega concluyó que la viabilidad social del proyecto dependía del desarrollo de estrategias de comunicación participativas y del involucramiento directo de la comunidad en la gestión ambiental del proyecto.

En cuanto a los impactos ambientales identificados mediante la matriz de Leopold, este estudio halló que, si bien existen afectaciones negativas como emisiones, modificación del relieve y pérdida de vegetación, predominan los impactos positivos asociados al manejo de residuos, recuperación de áreas verdes y descarga de aguas tratadas. Estos hallazgos se relacionan con el análisis de Silva (2020), quien diseñó una PTAR en Lima con fines de riego y concluyó que la combinación de tecnologías anaerobias y aeróbicas logró niveles de remoción altamente efectivos, cumpliendo con los LMP. Ambos estudios resaltan la necesidad de seleccionar tecnologías

eficientes y de baja carga contaminante, así como mantener un enfoque sostenible orientado al reúso del agua tratada.

Por otro lado, la evaluación de viabilidad técnica y sostenibilidad del proyecto, respaldada en los resultados de SPSS y en la evidencia ambiental, coincide con las conclusiones de Martínez et al. (2021), quienes, en Bogotá, destacaron cómo un sistema bien implementado de PTAR basado en todos los activados puede garantizar el cumplimiento de estándares ambientales y ser económicamente viable en el mediano plazo. De forma complementaria, el informe de SUNASS (2022) sobre el estado de las PTAR en el Perú refuerza esta visión al señalar que la sostenibilidad del sistema depende tanto de la infraestructura como de la capacidad operativa y el mantenimiento continuo. En línea con ello, la presente investigación recomienda medidas de seguimiento ambiental, educación comunitaria y optimización operativa, a fin de garantizar la durabilidad y eficiencia del sistema propuesto para la ciudad de Chota.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

A partir del monitoreo físico-químico y microbiológico del agua del río Chotano, se concluye que la conductividad eléctrica (510 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y la temperatura (18.13 °C) cumplen con los valores establecidos por los ECA Categoría 3, subcategoría D1 (D.S. N.º 004-2017-MINAM), mientras que el pH (8.37) se encuentra en el límite superior permitido, evidenciando una ligera tendencia a la alcalinización que podría afectar la disponibilidad de nutrientes en cultivos sensibles. En cuanto a la DBO₅ (16.5 mg/L) y la DQO (35.1 mg/L), ambas se mantienen por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. 003-2010-MINAM (100 mg/L y 200 mg/L respectivamente), lo que indica una carga orgánica moderada y condiciones aceptables de calidad ambiental. Sin embargo, la turbidez (76.6 UNT) y el oxígeno disuelto (4.35 mg/L) no cumplen con los valores referenciales de la FAO/OMS, limitando la aptitud del agua para riego tecnificado debido a la posible obstrucción de sistemas de goteo y a la baja oxigenación natural.

Asimismo, los sólidos totales (205 mg/L) superaron el límite de 150 mg/L, representando un riesgo potencial de salinización progresiva de suelos agrícolas. En cuanto a la calidad microbiológica, los coliformes termotolerantes (350 NMP/100 mL) se ubicaron por debajo del límite de 1 000 NMP/100 mL establecido en el ECA, cumpliendo con la normativa, aunque la presencia de coliformes totales (9.2×10^2 NMP/100 mL) no normados en el ECA, pero indicativos de contaminación general— sugiere una contaminación fecal moderada. En conjunto, los resultados evidencian que, si bien el agua del río Chotano presenta parámetros dentro de los límites normativos en varios indicadores, no es completamente apta para riego agrícola sin tratamiento o manejo previo, debido a sus condiciones de turbidez, oxigenación y sólidos disueltos.

Con relación a la percepción social, se determinó que el 66.7 % de los encuestados mostró un nivel medio de aceptación hacia la implementación de la PTAR, mientras que solo el 3.4 % mostró alta aceptación, reflejando una actitud receptiva pero no consolidada. Además, los resultados de la prueba t para una muestra indicaron que no existe diferencia estadísticamente significativa respecto al valor de aceptación esperado, con un valor de significancia bilateral de $p = 0.254$, lo cual permitió no rechazar la hipótesis nula, confirmando que el proyecto es socialmente viable, aunque requiere mayor socialización y participación comunitaria.

Mediante la aplicación de la matriz de Leopold, se identificaron impactos positivos y negativos generados en las distintas fases del proyecto. La actividad con mayor impacto negativo fue la construcción de la PTAR (-22), atribuida principalmente a alteraciones del paisaje, emisiones atmosféricas y modificación del suelo. No obstante, se registraron impactos positivos muy importantes como la descarga de aguas tratadas (97), el acondicionamiento de áreas verdes (82) y el manejo de residuos sólidos (81), lo cual evidenció que, desde el enfoque ambiental, el proyecto es favorable y contribuye significativamente a la recuperación del entorno y la sostenibilidad agrícola.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda implementar tratamientos físicos simples, como sedimentación en tanques o decantadores, así como filtros de grava y arena, para reducir los altos niveles de turbidez (76.6 UNT) detectados en el río Chotano, los cuales superan ampliamente los valores recomendados para riego tecnificado. Adicionalmente, se sugiere promover la aireación del agua, ya sea mediante canales escalonados, sistemas de cascada o aireadores mecánicos, con el objetivo de incrementar el oxígeno disuelto y mejorar la autodepuración natural del recurso hídrico. Estas acciones

contribuirán a que el agua cumpla con los requisitos de calidad exigidos para riego agrícola, minimizando los riesgos para el suelo, los cultivos y los sistemas de riego.

Es fundamental desarrollar un plan de comunicación y sensibilización comunitaria, el cual incluya talleres participativos, charlas educativas, visitas demostrativas a otras PTAR operativas, y materiales visuales explicativos sobre los beneficios reales del proyecto. Estas estrategias deben estar dirigidas a despejar dudas, contrarrestar resistencias y generar confianza en la población respecto a la viabilidad técnica, sanitaria y ambiental de la planta. Asimismo, se recomienda conformar un comité comunitario de seguimiento del proyecto, integrado por líderes locales, agricultores y representantes institucionales, que actúe como enlace entre la población y los ejecutores del proyecto.

Se sugiere seguir el proceso que se describe a continuación para que durante las etapas de implementación y operación del proyecto se apliquen los principios de la gestión ambiental preventiva, priorizando las actividades que generen impactos positivos significativos, como el manejo adecuado de residuos:

Primero el desbaste constituye la primera barrera de protección del sistema de tratamiento y tiene como finalidad remover sólidos gruesos como ramas, plásticos, trapos, envases y material flotante que ingresan con el caudal doméstico o pluvial, estas rejillas pueden ser manuales o mecánicas, con aberturas entre 1 y 5 cm según el nivel de protección requerido, su función es esencial para evitar obstrucciones en bombas, tuberías y equipos traseros, además de reducir la carga de sólidos suspendidos que podrían aumentar la producción de lodos.

El desarenador permitirá la separación de partículas inorgánicas pesadas como arena, grava fina, fragmentos minerales y sedimentos arrastrados por aguas de escorrentía, su función es reducir la abrasión sobre bombas y equipos mecánicos, así como la acumulación de materiales no

biodegradables en los reactores biológicos y unidades de sedimentación, los tiempos de retención varían entre 30 y 60 segundos, dependiendo del caudal y diseño.

El sedimentador primario es una unidad de clarificación cuyo objetivo es remover sólidos suspendidos sedimentables y parte de la materia orgánica particulada presentes en el agua residual, al reducir la velocidad del flujo, los sólidos con mayor densidad se depositan en el fondo formando un lodo primario que puede representar entre el 30 % y 40 % de la DBO particulada, la remoción previa de estos sólidos reduce la carga orgánica que ingresa al reactor biológico, optimiza el consumo de oxígeno y mejora la eficiencia en la degradación aeróbica posterior, los tiempos de retención suelen oscilar entre 1.5 y 2 horas, permitiendo una clarificación eficiente sin promover condiciones anaerobias indeseadas.

El reactor biológico es el corazón del proceso de lodos activados, donde microorganismos suspendidos degradan la materia orgánica disuelta mediante procesos aeróbicos, en este tanque se suministra oxígeno a través de sopladores y difusores, conservando concentraciones adecuadas de oxígeno disuelto (2–4 mg/L) para permitir la actividad metabólica de las bacterias y la formación de flóculos, la mezcla completa asegura el contacto constante entre la biomasa y los contaminantes, facilitando la oxidación de la materia orgánica, la nitrificación parcial y la reducción de patógenos.

El sedimentador secundario separa el lodo biológico del agua tratada mediante sedimentación de los flóculos formados en el reactor aeróbico, su diseño garantiza que la velocidad ascensional del flujo sea menor que la velocidad de sedimentación de los flóculos, permitiendo obtener un efluente claro con bajas juntas de sólidos suspendidos, desde este clarificador, una fracción del lodo sedimentado se recircula hacia el tanque de aireación para mantener una concentración óptima de biomasa, mientras que el lodo en exceso se extrae para tratamiento posterior.

La desinfección constituye la etapa final del tratamiento secundario y tiene como propósito reducir microorganismos patógenos, especialmente coliformes termotolerantes y totales, asegurando que el efluente cumpla con los ECA y LMP antes de su uso agrícola, la cloración es el método más traído por su bajo costo y alta efectividad; consiste en aplicar hipoclorito de sodio o gas cloro para garantizar un residual suficiente (0.5–1 mg/L) durante un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos. La UV es una alternativa moderna que evita subproductos como los trihalometanos.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS

- Argumedo, D., & Miranda, P. (2022). *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento de agua salobre extraída de pozos subterráneos por métodos convencionales en la zona de Villacuri*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Lima]. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/15581>
- Cabanillas, F., & Vásquez, G. (2022). *Propuesta de planta de tratamiento de aguas residuales para utilización en riego de áreas verdes en el distrito de Víctor Larco Herrera, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/32300>
- Carreño, H. (2021). Agua de riego no restringido y calidad microbiológica de las lechugas (*Lactuca sativa*), que se cultiva en la provincia de Barranca, Región Lima-2020 [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/5582>
- Castelblanco, A., Fragua, M., & Herrera, S. (2021). *Estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación de un sistema de riego* [Universitaria Minuto de Dios]. <https://hdl.handle.net/10656/13305>
- Cedron, O., & Cribilleros, A. (2017). Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/3561>
- Correa, J. (2022). Caracterización de las aguas residuales de la localidad de Jesús y propuesta de tratamiento [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5077>
- Damian, D. (2019). *Propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de lavado* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].

<http://hdl.handle.net/20.500.12423/2006>

Decreto Legislativo N° 1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos (24 de abril de 2017).

<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N°-1278.pdf>

Fernández, H., & Ruiz, C. (2021). Métodos de investigación mixta: Integración de enfoques cualitativos y cuantitativos. Editorial Científica. Recuperado de <https://www.editorialcientifica.com/metodos-mixtos>

García, L., & Torres, M. (2023). Evaluación de la percepción comunitaria sobre proyectos ambientales. Instituto de Estudios Ambientales. Recuperado de <https://www.iea.org.pe/percepcion-comunitaria>

Gómez, A., & López, M. (2021). Revisión de literatura y estudios de casos en proyectos de PTAR. Editorial Técnica. Recuperado de <https://www.editorialtecnica.com/revision-literatura-ptar>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). Cifras de Población de Centros Poblados. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/censos-de-poblacion>

Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos (24 de marzo de 2010). <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/Decreto-Supremo-N°-001-2010-AG-Reglamento-de-la-Ley-de-Recursos-Hídricos..pdf>

Lopez, R., & Herrera, K. (2015). Planta de tratamiento de aguas residuales para reúso en riego de parques y jardines en el distrito de la Esperanza, provincia Trujillo. La Libertad. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream>

López, M., & Gómez, A. (2020). Diseños de investigación: No experimental y transversal. Revista de Investigación. Recuperado de <https://www.revistadeinvestigacion.com/no-experimental-transversal>

Martínez, R., & Pérez, J. (2022). Enfoques cuantitativos en la investigación científica. Universidad

- Nacional. Recuperado de <https://www.universidadnacional.edu.pe/cuanti-investigacion>
- Martínez, J., & Herrera, D. (2023). *Análisis de datos en investigación científica*. Editorial Universitaria. Recuperado de <https://www.editorialuniversitaria.com/analisis-datos>
- Martínez, L., Gómez, R., & López, P. (2021). Evaluación de la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales en Bogotá, Colombia. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 35(2), 123-135. Recuperado de <https://example.com/research/article/view/123456>.
- Mendoza, F., & Castillo, P. (2020). *Métodos de muestreo en estudios ambientales*. Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de <https://www.unt.edu.pe/metodos-muestreo-estudios-ambientales>
- Norma Técnica Peruana (NTP). (2016). *Calidad del agua para riego agrícola*. Ministerio de Agricultura. Recuperado de <https://www.minagri.gob.pe/normas-tecnicas/calidad-agua-riego>
- Santa Cruz Sanchez, L. Y., & Tantaleán Revilla, S. I. (2020). *Tratamiento de las aguas residuales en la provincia de Chota aplicando humedales artificiales con Eichhornia crassipes y Canna edulis* (Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte). <https://hdl.handle.net/11537/23907>
- Ortega, R. (2020). Estudio de pre-factibilidad para la implementación de una planta de servicios INDUQUIM ODAR. *Journal Boliviano de Ciencias*, 16(48), 29–49. <https://doi.org/10.52428/20758944.v16i48.346>
- Pérez, J., & Morales, K. (2022). *Entrevistas estructuradas en la investigación ambiental*. Publicaciones Ambientales. Recuperado de <https://www.publicacionesambientales.com/entrevistas-estructuradas>
- Portocarrero Meléndez, Y., & Salas Palomino, A. P. (2022). *Matriz de Leopold para la implementación del manejo de impactos socio-ambientales, caso: Carretera Molinopampa-*

- Chachapoyas tramo 327+850 al 368+000 km.* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/6126>
- ONU-Hábitat & Organización Mundial de la Salud. (2021). *Progreso en el tratamiento de las aguas residuales.* <https://acortar.link/cxRhSR>.
- Quibajo, C. (2019). Estudio de pre-factibilidad para la implementación de una minicentral hidroeléctrica en una planta de tratamiento de aguas residuales de Arequipa [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9886>
- Quintero, J. (2022). Diseño de propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales, 2022 [Tesis de Pregrado, Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/12406>
- Resolución de Consejo Directivo N°-011-2007-SUNASS-CD (2 de febrero de 2007).
- Rodríguez, P., & Sánchez, L. (2021). Metodología de investigación en ciencias sociales. Editorial Académica. Recuperado de <https://www.editorialacademica.com/metodologia-investigacion>
- Resnik, D. B. (2020). Ethical Issues in Research with Human Participants. Perspectives on Science and Christian Faith. Recuperado de <https://www.asa3.org/ASA/PSCF/2020/PSCF12-20Resnik.pdf>
- Risco Ventura, J. J. (2019). *Estudio de impacto ambiental proyecto planta de tratamiento de aguas residuales en San Francisco-Cañete con enfoque ISO 14001* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio de la Universidad Nacional de Ingeniería. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/18707>
- Sicha, T., & Toledo, Y. (2020). Uso del análisis costo-beneficio en la evaluación de proyectos de agua potable desde una perspectiva social [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica del

Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3873>

Silva Obregón, D. E. (2020). *Diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el riego de áreas verdes en el distrito de Los Olivos* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/16965/SILVA_OBREGON_DIEOGO_DISE%C3%91O_PLANTA_TRATAMIENTO.pdf

Silva, D. (2021). *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Tacabamba – Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86279>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass). (2022). *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el ámbito de las empresas prestadoras 2022*. <https://acortar.link/SUXFiB>

Toledo, F. (2021). *Revisión Sistemática: Tecnologías de Tratamiento de Aguas Contaminadas con Metales Pesados para su Aplicación en el Ámbito Social, 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/73290>

Valqui, C. (2021). *Diseño de una planta de tratamiento de agua residual doméstica para reúso en riego agrícola, Santa Rita de Sigvas - Arequipa - 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/90190>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo I. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	Ho: NULA	VARIABLES Y DIMENSIONES
¿Es viable social y ambientalmente la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Chota para uso en riego agrícola?	Evaluar la prefactibilidad socioambiental de la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Chota para uso en riego agrícola.	Ho: La implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales para uso de riego agrícola en la ciudad de Chota es viable social y ambientalmente.	Variable independiente: Implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales D1: Tecnológica D2: Automatización
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	Ha: ALTERNATIVA	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las características físicas, químicas y microbiológicas de los parámetros de calidad del agua del río Chotano, 2025? • ¿Cuál es el nivel de aceptación y percepción de los habitantes de Chota respecto a la implementación de una PTAR para riego agrícola? • ¿Qué impactos ambientales generara la implementación de una PTAR para tratar las aguas residuales del río Chotano para el uso de riego agrícola? 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un monitoreo fisico-químico y microbiológico de los parámetros de calidad del agua del río Chotano, 2025. • Determinar el nivel de aceptación y percepción de la población sobre la implementación de una PTAR con fines de riego agrícola en la ciudad de Chota, 2025 • Analizar los impactos ambientales generados por la implementación de una PTAR, aplicando la matriz Leopold para identificar y evaluar los efectos en el entorno. 	Ha: La implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales para uso de riego agrícola en la ciudad de Chota no es viable social ni ambientalmente.	Variable dependiente: Viabilidad del proyecto D1: Viabilidad social D2: Viabilidad Ambiental

Anexo 2

Parámetros de control obligatorio D.S.003-2010-MINAM para efluentes de PTAR

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA 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

Anexo 3

Análisis físico-químico y microbiológico de las aguas residuales del río chotano

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 09251286.1

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **VASQUEZ BARBOZA CARLOS DANIEL**

Dirección -

Persona de contacto **VASQUEZ BARBOZA CARLOS DANIEL/** Correo electrónico

DATOS DE LA MUESTRA

Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-	Matriz	Agua
Procedimiento de Muestreo	-				Categorías
			Natural	<input checked="" type="checkbox"/>	Salina <input type="checkbox"/>
Tipo de Muestreo	Puntual		Residual	<input type="checkbox"/>	Uso y Consumo Humano <input type="checkbox"/>
Número de puntos de muestreo	01		Proceso	<input type="checkbox"/>	
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos- Microbiológicos				
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación				
Referencia de la Muestra:	Chota- Cajamarca				
Observaciones:	-				

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-1310-2025	Cadena de Custodia	CC - 1286 - 25
Fecha y Hora de Recepción	05.09.25 09:56	Inicio de Ensayo	05.09.25 10:12
Reporte Resultado	16.09.25 15:10	Lugar de ejecución de ensayos	Laboratorio Regional del Agua (LRA)- Cajamarca



Firmado digitalmente por COLINA VENEGAS
Juan Jose FAU 2045374 4168 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17/09/2025 05:53 p. m.

Escanear Código QR



Juan Colina Venegas
Especialista de Gestión de Calidad
CBP: 10220

Cajamarca, 16 de Setiembre de 2025



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 09251286.1

ENSAYOS			Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	Río Chotano		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	09251286-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	Agua Natural-Superficial (Río)		-	-	-	-	-	-
Fecha- Hora Muestreo	04.09.25 13:21		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Chotano- Chota		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Fisicoquímicos					
Demanda química de oxígeno (DBO)	mg O ₂ /L	8.30	35.1	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.60	16.5	-	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	Río Chotano		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	09251286-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	Agua Natural-Superficial (Río)		-	-	-	-	-	-
Fecha- Hora Muestreo	04.09.25 13:21		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Chotano- Chota		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.070	10.275	-	-	-	-	-
Turbidez	NTU	0.09	76.6	-	-	-	-	-
Sólidos Totales	mg/L	2.50	205.00	-	-	-	-	-

D.S.003-2010-MINAM



Firmado digitalmente por
LOPEZ LEON Freddy Humberto
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 17/09/2025 04:41 p. m.

Cajamarca, 16 de Setiembre de 2025



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 09251286.1

ENSAYOS			Microbiológicos				
Código de la Muestra	Río Chotano		-	-	-	-	-
Código Laboratorio	09251286-01		-	-	-	-	-
Matriz	Agua Natural-Superficial (Río)		-	-	-	-	-
Fecha- Hora Muestreo	04.09.25 13:21		-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Chotano- Chota		-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	92 x 10 ²	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	350	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por
ZULUETA SANTA CRUZ Enver
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 17/09/2025 09:14 a.m.

Cajamarca, 16 de Setiembre de 2025

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ

Página: 3 de 4

INFORME DE ENSAYO N° IE 09251286.1

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda química de oxígeno (DBO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Coliformes Temotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Aniones (Sulfato)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance). 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Sólidos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Solids Dried at 103 - 105 oC

TAS FINALES

- ✓ "Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida NTP-ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio".
- ✓ "Este informe de ensayo/certificado de calibración/informe de resultados, al estar en el marco de la acreditación del INACAL – DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC".
- ✓ LRA-GRC ASEGURA LA CONFIABILIDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO.
- ✓ "Este informe corresponde únicamente a resultados obtenidos mediante métodos acreditados. Para resultados no acreditados, ver informe 09251286.2."
- ✓ Los resultados indicados en este informe corresponden única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua, según cotización y cadena de custodia.
- ✓ Cuando la muestra es tomada por el cliente: El Laboratorio Regional del Agua no se responsabiliza por la exactitud o la verificación de la información sobre la muestra. Los resultados del ensayo están basados en la muestra tal como fue recibida y en los datos proporcionados por el cliente.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días después de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.
- ✓ El código QR permitirá la visualización y descarga del documento (según oficio múltiple N° 027-2024-INACAL/DA), por lo que, una vez emitido el informe de ensayo, queda bajo responsabilidad del cliente a quien le de acceso dicho código; además, el link vinculado al código QR también se proporcionará al repositorio del INACAL (según oficio múltiple N° 020-2024-INACAL/DA) para consultas sobre autenticaciones, falsificaciones o adulteraciones del presente documento.
- ✓ Le recordamos que dispone de 30 días calendario desde la fecha de emisión de este informe para presentar cualquier queja, reclamo o solicitar correcciones. Pasado este plazo, no se aceptarán modificaciones ni reclamaciones asociadas al presente informe.

--- Fin del documento ---

Código del Formato: P-23-F01 Ver: 04 Fecha : 06/05/2025

Cajamarca, 16 de Setiembre de 2025



Firmado digitalmente por
COLINA VENEGAS Juan Jose
FAU 20453744168 soft
Motivo: Uso en señal de
conformidad
Fecha: 17/09/2025 05:34 p. m.

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ

Página: 4 de 4



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 09251286.2

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social/Nombre **VASQUEZ BARBOZA CARLOS DANIEL**

Dirección -

Persona de contacto **VASQUEZ BARBOZA CARLOS DANIEL/** Correo electrónico

DATOS DE LA MUESTRA

Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N° -	Matriz	Agua
Procedimiento de Muestreo	-			Categorías
		Natural	<input checked="" type="checkbox"/>	Salina <input type="checkbox"/>
Tipo de Muestreo	Puntual	Residual	<input type="checkbox"/>	Uso y Consumo Humano <input type="checkbox"/>
Número de puntos de muestreo	01	Proceso	<input type="checkbox"/>	
Ensayos solicitados	Microbiológicos			
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación			
Referencia de la Muestra:	Chota- Cajamarca			
Observaciones:	-			

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-1310-2025	Cadena de Custodia	CC - 1286 - 25
Fecha y Hora de Recepción	05.09.25	09:56	Inicio de Ensayo 05.09.25 10:12
Reporte Resultado	16.09.25	15:10	Lugar de ejecución de ensayos Laboratorio Regional del Agua (LRA)- Cajamarca



Firmado digitalmente por CO INA VENEGAS
Juan Jose FAU 2045374416 soft
Motivo: Firma en señal de co. formidad
Fecha: 17/09/2025 05:35 p.m.

Escanear Código QR



Juan Colina Venegas
Especialista de Gestión de Calidad
CBP: 10220

Cajamarca, 16 de Setiembre de 2025



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 09251286.2

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	Río Chotano		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	09251286-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	Agua Natural-Superficial (Río)		-	-	-	-	-	-
Fecha- Hora Muestreo	04.09.25 13:21		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Chotano- Chota		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Huevos y Larvas de Helmintos	HHL	1	<1	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por
ZULUETA SANTA CRUZ Enver
FAU 20453744168 soft
Motivo: Visto en señal de
conformidad
Fecha: 17/09/2025 09:14 a.m.

Cajamarca, 16 de Setiembre de 2025

Página: 2 de 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 09251286.2

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Huevos y Larvas de Helminetos	N° HVL	NMX-AA-113-SCFI. 2012. Medición del número de huevos de helmintos en aguas residuales y residuales tratadas por observación microscópica - método de prueba.

TAS FINALES

- ✓ LRA-GRC ASEGURA LA CONFIABILIDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO.
- ✓ "Este informe corresponde a resultados de métodos no acreditados. Los resultados acreditados se encuentran en el informe 09251286.1."
- ✓ Los resultados indicados en este informe corresponden única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua, según cotización y cadena de custodia.
- ✓ Cuando la muestra es tomada por el cliente: El Laboratorio Regional del Agua no se responsabiliza por la exactitud o la verificación de la información sobre la muestra. Los resultados del ensayo están basados en la muestra tal como fue recibida y en los datos proporcionados por el cliente.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días después de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.
- ✓ El código QR permitirá la visualización y descarga del documento (según oficio múltiple N° 027-2024-INACAL/DA), por lo que, una vez emitido el informe de ensayo, queda bajo responsabilidad del cliente a quien le de acceso dicho código; además, el link vinculado al código QR también se proporcionará al repositorio del INACAL (según oficio múltiple N° 020-2024-INACAL/DA) para consultas sobre autenticaciones, falsificaciones o adulteraciones del presente documento.
- ✓ **Le recordamos que dispone de 30 días calendario desde la fecha de emisión de este informe para presentar cualquier queja, reclamo o solicitar correcciones. Pasado este plazo, no se aceptarán modificaciones ni reclamaciones asociadas al presente informe.**

--- Fin del documento ---

Código del Formato: P-23-F01 Ver: 04 Fecha: 06/05/2025

Cajamarca, 16 de Setiembre de 2025

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por
COLINA VENEGAS Juan Jose
FAU 20453744168 soft
Motivo: Viso en señal de
confiabilidad
Fecha: 17/09/2025 05:34 p. m.

Anexo 4*Norma técnica peruana- toma de muestra*

NORMA TÉCNICA	NTP 214.060
PERUANA	2016
Dirección de Normalización - INACAL Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)	
Lima, Perú	

AGUAS RESIDUALES. Protocolo de muestreo de aguas residuales no domésticas que se descargan en la red de alcantarillado

WASTEWATER. Sampling protocol no domestic wastewater discharged into the sewer

2016-12-09
1ª Edición

R.D. N° 036-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-12-20 Precio basado en 36 páginas
I.C.S.: 13.060.30; 13.060.45 **ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**
Descriptores: Toma de muestra, agua residuales no domésticos, residual, muestreo, puntual, compuesto

© INACAL 2016

TABLA 1. Consideraciones y opciones para el muestreo puntual

Parámetro	Opción 1	Opción 2	Opción 3 (para pequeños flujos)
Temperatura	Se toma directamente en el flujo de agua	Se sumerge el termómetro y electrodos del pH	
pH		metro en un recipiente lleno con la muestra recolectada previamente	Se recolecta volúmenes de muestra parciales, se vierte a un recipiente más grande y de aquí se extrae la muestra para la medición del pH.
Solidos Sedimentables	Se recolecta el volumen para su determinación en campo.	Se recolecta el volumen para su determinación en laboratorio.	Se recolecta volúmenes de muestra parciales, se vierte a un recipiente más grande y de aquí se extrae la muestra para su determinación en campo o laboratorio.

5.2.1.2 Muestras compuestas

Para la toma de muestra compuesta se debería considerar lo siguiente:

- Identificar el punto de medición del caudal.
- Determinar el volumen de la alícuota, en función a los requerimientos mínimos de volumen para cada parámetro indicado en la Tabla 2.
- Del recipiente que recibe las alícuotas de acuerdo al caudal, se vierten volúmenes parciales a frascos teniendo en consideración lo indicado en la Tabla 2.

5.2.1.2.1 Punto de medición de caudal

El lugar o tramo que se elija para establecer un punto de medición debe reunir los siguientes requisitos:

TABLA 2 - Condiciones de preservación y tipo de recipiente para análisis de los parámetros considerados

Parámetro	Cantidad mínima (mL)	Tipo de recipiente	Preservación / Conservación	Almacenamiento máximo recomendado	Observaciones
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	1 000	Plástico o vidrio	Refrigerar ≤ 6 °C	48 horas	Almacenar la muestra en un recipiente oscuro. Llenar el frasco completamente sin dejar burbujas de aire.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	100	Plástico o vidrio	Analizar lo antes posible o agregar H ₂ SO ₄ hasta llegar a un pH < 2, y refrigerar de ≤ 6 °C	28 días	Preferentemente coleccionar las muestras en botellas de vidrio. Analizar las muestras inestables sin demora. De no poder evitarse la demora antes del análisis, preservar la muestra por acidificación a pH ≤ 2 .
Aceites y Grasas	1 000	Vidrio ámbar de boca ancha	Agregar H ₂ SO ₄ o HCl hasta llegar a un pH < 2, y refrigerar de ≤ 6 °C	28 días	Recolectar una muestra puntual representativa en un frasco de vidrio de boca ancha. Usar tapas revestidas de PTFE para frascos de muestra. Recolectar una muestra separada para una determinación de aceite y grasa. No llenar en exceso el recipiente de muestra. Generalmente, recolectar muestras de agua residual de aproximadamente 1 L. Si se espera que la concentración sea mayor a 1000 mg de material extraíble/L, recolectar proporcionalmente en volúmenes más pequeños. Si el análisis va a demorar por más de 2 horas, acidificar y refrigerar.
Sólidos suspendidos	200	Plástico o vidrio	Refrigerar de 2 °C a 6 °C	7 días	

Parámetro	Cantidad mínima (mL)	Tipo de recipiente	Preservación / Conservación	Almacenamiento máximo recomendado	Observaciones
Aluminio	250	Plástico	Si se requiere metales disueltos filtrar la muestra inmediatamente y adicionar HNO ₃ a pH < 2. Si se requiere metales totales adicionar HNO ₃ a pH < 2	6 meses	Los envases de vidrio de borosilicatos pueden incrementar el contenido de sílice y sodio.
Arsénico					
Boro					
Cadmio					
Cromo, total					
Cobre					
Plomo					
Manganeso					
Mercurio					
Níquel					
Zinc					
Cromo (VI)	250	Plástico o vidrio	Refrigerar de ≤ 6 °C. Llevar a pH 9,3 a 9,7 con tampón de sulfato de amonio	28 días	Ajustar el pH de las muestras a 9,3 a 9,7 con la solución tampón más 600 µL de NaOH 5 N por cada 100 mL de muestra. Nunca diluir el volumen de la muestra por más de 10 % . Refrigerar a <6 °C . Analizar con 28 días de la recolección. Si el pH no está dentro del rango adecuado, entonces o se analiza la muestra o se ajusta el pH dentro de las 24h .
Cianuros, total	1 000	plástico o vidrio oscuro	Agregar NaOH y llevar a pH >12 y refrigerar ≤ 6 °C	14 días	Analizar dentro de las 24 horas si hay sulfuros presentes

Parámetro	Cantidad mínima (mL)	Tipo de recipiente	Preservación / Conservación	Almacenamiento máximo recomendado	Observaciones
Nitrógeno Amoniacal	500	Plástico o vidrio	Agregar H_2SO_4 hasta llegar a un pH < 2 y refrigerar de 2 °C a 6 °C	7 días	
pH	50	plástico o vidrio	Analizar inmediatamente	0,25 h	
Sólidos Sedimentables	1 000	plástico o vidrio	Refrigerar de 2 °C a 6 °C	7 días	
Sulfatos (SO_4^{2-})	100	plástico o vidrio	Refrigerar de 2 °C a 6 °C	28 días	
Sulfuros	100	plástico	Agregar Acetato de Zn (1mL) y luego NaOH (6N) (2mL) y refrigerar de 2 °C a 6 °C	7 días	
Temperatura	100	plástico o vidrio	Analizar inmediatamente	0,25 h	

ANEXO A
(NORMATIVO)TIPO DE MUESTREO PARA LOS PARÁMETROS
CONSIDERADOS

N°	Parámetro	Muestreo*	
		Puntual	Compuesto
1	DBO	Si	Si
2	DQO	Si	Si
3	Sólidos Suspendidos Totales	Si	Si
4	Aceites y grasas (Material Extraíble en Hexano)	Si	No
5	pH (en campo)	Si	No
6	Nitrógeno Amoniacal	Si	Si
7	Sólidos Sedimentables	Si	No
8	Sulfatos	Si	Si
9	Sulfuros	Si	Si
10	Cromo VI	Si	No
11	Cianuro total	Si	Si
12	Temperatura (campo)	Si	No
13	Aluminio	Si	Si
14	Arsénico	Si	Si
15	Boro	Si	Si
16	Cadmio	Si	Si
17	Cobre	Si	Si
18	Cromo	Si	Si
19	Manganeso	Si	Si
20	Mercurio	Si	Si
21	Níquel	Si	Si
22	Plomo	Si	Si
23	Zinc	Si	Si

Puntual: Representa solo la composición de la matriz en el momento y lugar de recolección.
Compuesta: Muestra más representativa para matrices heterogéneas.

NOTA: El usuario debería tener en consideración la normativa nacional.

Anexo 5*Instrumento de recolección de datos***ENCUESTA MEDICIÓN SOCIAL**

Nombre y Apellido: _____ Fecha: _____ Código: _____

Introducción: Elija la alternativa según sea su percepción donde:

Muy desacuerdo (1) En desacuerdo (2) Neutral (3) De acuerdo (4) Muy de acuerdo (5)

N.º	Ítems	1	2	3	4	5
ACEPTACIÓN COMUNITARIA						
1	¿Está de acuerdo con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en su comunidad de Pingobamba?					
2	¿Considera que la PTAR es necesaria para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad de Pingobamba?					
3	¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?					
4	¿Considera que el proyecto de la PTAR respetará las normas ambientales?					
5	¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la construcción o puesta en marcha de la PTAR?					
6	¿Cree que el agua tratada de la PTAR es apta para riego agrícola?					
7	¿Está de acuerdo con la ubicación propuesta para la PTAR en su comunidad?					
8	¿Considera que la implementación de la PTAR es una prioridad para la comunidad?					
BENEFICIOS SOCIALES PERCIBIDOS POR LA COMUNIDAD						
9	¿Cree que la implementación de la PTAR mejorará la salud pública en la comunidad?					
10	¿Considera que la implementación de la PTAR generará oportunidades de empleo local?					
11	¿Cree que la PTAR fomentará el uso sostenible del agua en la agricultura?					
12	¿Considera que la implementación PTAR mejorará la calidad de vida en la comunidad?					
13	¿Cree que la implementación PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?					
14	¿Considera que la construcción de PTAR incrementará el valor de las tierras agrícolas en la comunidad?					
15	¿Cree que la PTAR fomentará el cuidado del medio ambiente en la comunidad?					

Anexo 6

Entrevista a especialistas

ENCUESTA PARA EXPERTOS EN TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Objetivo: Evaluar la complejidad tecnológica y el nivel de automatización de los procesos

Código: 001 Fecha: _____

Instrucciones: Por favor, seleccione la opción que mejor describa su respuesta a cada pregunta, para mayor información el entrevistador le brindara los resultados de la calidad de agua del rio Chotano

NIVEL TECNOLÓGIA

1. ¿Podría describir la tecnología principal que se utilizará en la PTAR propuesta?

- A) Tecnología convencional B) Tecnología avanzada C) Innovación tecnológica de vanguardia D) Otra: _____

2. ¿Cuáles son los principales componentes tecnológicos de la PTAR?

- A) Sistemas de filtración y sedimentación B) Tratamiento biológico (aeróbico/anaeróbico) C) Desinfección y tratamiento químico D) Combinación de varios componentes E) Otro: _____

3. ¿Qué grado de innovación presenta la tecnología utilizada en comparación con otras tecnologías existentes?

- A) Baja innovación B) Innovación moderada C) Alta innovación D) Innovación disruptiva

4. ¿Cuáles son los principales desafíos tecnológicos que anticipa en la implementación de esta PTAR?

- A) Complejidad en la instalación B) Necesidad de capacitación especializada C) Mantenimiento y operación D) Integración con infraestructuras existentes E) Otro: _____

5. ¿Qué requerimientos técnicos y de infraestructura son necesarios para la instalación de esta tecnología?

- A) Infraestructura básica B) Infraestructura avanzada C) Requerimientos técnicos especializados D) Combinación de varios requerimientos E) Otro: _____

NIVEL AUTOMATIZACIÓN

6. ¿Qué nivel de automatización se implementará en los procesos de tratamiento de la PTAR?

- A) Baja automatización B) Automatización moderada
 C) Alta automatización D) Automatización total

7. ¿Qué sistemas de control automatizados se utilizarán para supervisar y gestionar la operación de la PTAR?

- A) Sistemas de monitoreo básico B) Sistemas de control remoto
 C) Sistemas de control integral automatizado D) Otro: _____

8. ¿Cómo se integrarán las tecnologías de automatización con el sistema de tratamiento de aguas residuales?

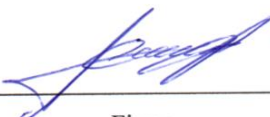
- A) Integración mínima B) Integración moderada
 C) Integración completa D) Otro: _____

9. ¿Qué beneficios específicos espera obtener de la automatización de los procesos en términos de eficiencia operativa y reducción de costos?

- A) Mejora mínima en la eficiencia B) Mejora moderada en la eficiencia
 C) Mejora significativa en la eficiencia D) Reducción mínima de costos
 E) Reducción moderada de costos F) Reducción significativa de costos

10. ¿Qué medidas se tomarán para asegurar el mantenimiento y actualización de los sistemas automatizados?

- A) Mantenimiento preventivo regular B) Actualizaciones periódicas
 C) Capacitación continua del personal D) Contratos de servicio con proveedores
 E) Otro: _____



 Firma

ALEXIS AURELIO CABEZA FUSTAMANTE
 INGENIERO QUÍMICO
 REG. CIP. 336252

Nombre y Apellidos: Alexis Aurelio Cabeza Fustamante
 DNI:/CIP: 336252

**ENCUESTA PARA EXPERTOS EN TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES**

Objetivo: Evaluar la complejidad tecnológica y el nivel de automatización de los procesos

Código: _____ 002 _____ Fecha: _____

Instrucciones: Por favor, seleccione la opción que mejor describa su respuesta a cada pregunta, para mayor información el entrevistador le brindara los resultados de la calidad de agua del rio Chotano

NIVEL TECNOLÓGIA

1. ¿Podría describir la tecnología principal que se utilizará en la PTAR propuesta?

- A) Tecnología convencional B) Tecnología avanzada C) Innovación tecnológica de vanguardia D) Otra: _____

2. ¿Cuáles son los principales componentes tecnológicos de la PTAR?

- A) Sistemas de filtración y sedimentación B) Tratamiento biológico (aeróbico/anaeróbico) C) Desinfección y tratamiento químico
D) Combinación de varios componentes E) Otro: _____

3. ¿Qué grado de innovación presenta la tecnología utilizada en comparación con otras tecnologías existentes?

- A) Baja innovación B) Innovación moderada
C) Alta innovación D) Innovación disruptiva

4. ¿Cuáles son los principales desafíos tecnológicos que anticipa en la implementación de esta PTAR?

- A) Complejidad en la instalación B) Necesidad de capacitación especializada
C) Mantenimiento y operación D) Integración con infraestructuras existentes
E) Otro: _____

5. ¿Qué requerimientos técnicos y de infraestructura son necesarios para la instalación de esta tecnología?

- A) Infraestructura básica B) Infraestructura avanzada
C) Requerimientos técnicos especializados D) Combinación de varios

requerimientos

- E) Otro: _____

NIVEL AUTOMATIZACIÓN

6. ¿Qué nivel de automatización se implementará en los procesos de tratamiento de la PTAR?

- A) Baja automatización B) Automatización moderada
C) Alta automatización D) Automatización total

7. ¿Qué sistemas de control automatizados se utilizarán para supervisar y gestionar la operación de la PTAR?

- A) Sistemas de monitoreo básico B) Sistemas de control remoto
C) Sistemas de control integral automatizado D) Otro: _____

8. ¿Cómo se integrarán las tecnologías de automatización con el sistema de tratamiento de aguas residuales?

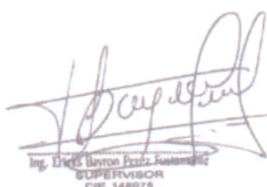
- A) Integración mínima B) Integración moderada
C) Integración completa D) Otro: _____

9. ¿Qué beneficios específicos espera obtener de la automatización de los procesos en términos de eficiencia operativa y reducción de costos?

- A) Mejora mínima en la eficiencia B) Mejora moderada en la eficiencia
C) Mejora significativa en la eficiencia D) Reducción mínima de costos
E) Reducción moderada de costos F) Reducción significativa de costos

10. ¿Qué medidas se tomarán para asegurar el mantenimiento y actualización de los sistemas automatizados?

- A) Mantenimiento preventivo regular B) Actualizaciones periódicas
C) Capacitación continua del personal D) Contratos de servicio con proveedores
E) Otro: _____



Ing. Bryan Pérez Justamente
SUPERVISOR
CIP. 148075

Nombre y Apellidos: Bryan Pérez Justamente

DNI:/CIP: 14.8075

Anexo 7

Panel fotográfico

Figura 8

Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba

**Figura 9**

Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba



Figura 10

Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba

**Figura 11**

Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba



Figura 12

Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba

**Figura 13**

Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba



Figura 14

Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba

**Figura 15**

Aplicación de encuestas en el centro poblado Pingobamba



Figura 16

Medición de conductividad eléctrica WA-SD-2017

**Figura 17**

Medición de conductividad WA-SD-2017 y temperatura



Figura 18

Medición de oxígeno disuelto y temperatura



Anexo 8*Certificado de calibración*

**Calibration
Certificate**

*This certificate guarantees that
the product has been inspected
and tested in according to
the published specifications.*

*The instrument has been
calibrated by equipments
which are already calibrated
to traceable international
standards.*

CE

LIT LUTRON ELECTRONIC ENTERPRISE CO., LTD.
Lutron The Art of Measurement

ISO 9001 Quality Management System Certified by SGS

Anexo 9

Cuestionario aplicado a comuneros para determinar la viabilidad social

ENCUESTA MEDICIÓN SOCIAL

Nombre y Apellido: Segundo Tiofilo Anaya Benitez Fecha: 08/04/2025 Código: 009

Introducción: Elija la alternativa según sea su percepción donde:

Muy desacuerdo (1) En desacuerdo (2) Neutral (3) De acuerdo (4) Muy de acuerdo (5)

N.º	Ítems	1	2	3	4	5
ACEPTACIÓN COMUNITARIA						
1	¿Está de acuerdo con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en su comunidad de Pingobamba?					X
2	¿Considera que la PTAR es necesaria para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad de Pingobamba?					X
3	¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?		X			
4	¿Considera que el proyecto de la PTAR respetará las normas ambientales?				X	
5	¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la construcción o puesta en marcha de la PTAR?			X		
6	¿Cree que el agua tratada de la PTAR es apta para riego agrícola?				X	
7	¿Está de acuerdo con la ubicación propuesta para la PTAR en su comunidad?					X
8	¿Considera que la implementación de la PTAR es una prioridad para la comunidad?					X
BENEFICIOS SOCIALES PERCIBIDOS POR LA COMUNIDAD						
9	¿Cree que la implementación de la PTAR mejorará la salud pública en la comunidad?			X		
10	¿Considera que la implementación de la PTAR generará oportunidades de empleo local?					X
11	¿Cree que la PTAR fomentará el uso sostenible del agua en la agricultura?				X	
12	¿Considera que la implementación PTAR mejorará la calidad de vida en la comunidad?				X	
13	¿Cree que la implementación PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?		X			
14	¿Considera que la construcción de PTAR incrementará el valor de las tierras agrícolas en la comunidad?	X				
15	¿Cree que la PTAR fomentará el cuidado del medio ambiente en la comunidad?				X	

ENCUESTA MEDICIÓN SOCIAL

Nombre y Apellido: Anita Chavez Bravo Fecha: 08/04/25 Código: 002

Introducción: Elija la alternativa según sea su percepción donde:

Muy desacuerdo (1) En desacuerdo (2) Neutral (3) De acuerdo (4) Muy de acuerdo (5)

N.º	Ítems	1	2	3	4	5
ACEPTACIÓN COMUNITARIA						
1	¿Está de acuerdo con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en su comunidad de Pingobamba?				X	
2	¿Considera que la PTAR es necesaria para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad de Pingobamba?				X	
3	¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?				X	
4	¿Considera que el proyecto de la PTAR respetará las normas ambientales?		X			
5	¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la construcción o puesta en marcha de la PTAR?				X	
6	¿Cree que el agua tratada de la PTAR es apta para riego agrícola?				X	
7	¿Está de acuerdo con la ubicación propuesta para la PTAR en su comunidad?				X	
8	¿Considera que la implementación de la PTAR es una prioridad para la comunidad?				X	
BENEFICIOS SOCIALES PERCIBIDOS POR LA COMUNIDAD						
9	¿Cree que la implementación de la PTAR mejorará la salud pública en la comunidad?				X	
10	¿Considera que la implementación de la PTAR generará oportunidades de empleo local?				X	
11	¿Cree que la PTAR fomentará el uso sostenible del agua en la agricultura?				X	
12	¿Considera que la implementación PTAR mejorará la calidad de vida en la comunidad?				X	
13	¿Cree que la implementación PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?				X	
14	¿Considera que la construcción de PTAR incrementará el valor de las tierras agrícolas en la comunidad?				X	
15	¿Cree que la PTAR fomentará el cuidado del medio ambiente en la comunidad?					X

ENCUESTA MEDICIÓN SOCIAL

Nombre y Apellido: Lindemiro Chusan Cieza Fecha: 08/04/25 Código: 003

Introducción: Elija la alternativa según sea su percepción donde:

Muy desacuerdo (1) En desacuerdo (2) Neutral (3) De acuerdo (4) Muy de acuerdo (5)

N.º	Ítems	1	2	3	4	5
ACEPTACIÓN COMUNITARIA						
1	¿Está de acuerdo con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en su comunidad de Pingobamba?				X	
2	¿Considera que la PTAR es necesaria para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad de Pingobamba?				X	
3	¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?		X			
4	¿Considera que el proyecto de la PTAR respetará las normas ambientales?			X		
5	¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la construcción o puesta en marcha de la PTAR?		X			
6	¿Cree que el agua tratada de la PTAR es apta para riego agrícola?				X	
7	¿Está de acuerdo con la ubicación propuesta para la PTAR en su comunidad?				X	
8	¿Considera que la implementación de la PTAR es una prioridad para la comunidad?				X	
BENEFICIOS SOCIALES PERCIBIDOS POR LA COMUNIDAD						
9	¿Cree que la implementación de la PTAR mejorará la salud pública en la comunidad?				X	
10	¿Considera que la implementación de la PTAR generará oportunidades de empleo local?				X	
11	¿Cree que la PTAR fomentará el uso sostenible del agua en la agricultura?			X		
12	¿Considera que la implementación PTAR mejorará la calidad de vida en la comunidad?				X	
13	¿Cree que la implementación PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?		X			
14	¿Considera que la construcción de PTAR incrementará el valor de las tierras agrícolas en la comunidad?				X	
15	¿Cree que la PTAR fomentará el cuidado del medio ambiente en la comunidad?					X

ENCUESTA MEDICIÓN SOCIAL

Nombre y Apellido: Delicia Penalta Fernandez Fecha: 08/04/25 Código: 004

Introducción: Elija la alternativa según sea su percepción donde:

Muy desacuerdo (1) En desacuerdo (2) Neutral (3) De acuerdo (4) Muy de acuerdo (5)

N.º	Ítems	1	2	3	4	5
ACEPTACIÓN COMUNITARIA						
1	¿Está de acuerdo con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en su comunidad de Pingobamba?		X			
2	¿Considera que la PTAR es necesaria para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad de Pingobamba?				X	
3	¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?				X	
4	¿Considera que el proyecto de la PTAR respetará las normas ambientales?		X			
5	¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la construcción o puesta en marcha de la PTAR?				X	
6	¿Cree que el agua tratada de la PTAR es apta para riego agrícola?				X	
7	¿Está de acuerdo con la ubicación propuesta para la PTAR en su comunidad?				X	
8	¿Considera que la implementación de la PTAR es una prioridad para la comunidad?				X	
BENEFICIOS SOCIALES PERCIBIDOS POR LA COMUNIDAD						
9	¿Cree que la implementación de la PTAR mejorará la salud pública en la comunidad?				X	
10	¿Considera que la implementación de la PTAR generará oportunidades de empleo local?				X	
11	¿Cree que la PTAR fomentará el uso sostenible del agua en la agricultura?				X	
12	¿Considera que la implementación PTAR mejorará la calidad de vida en la comunidad?				X	
13	¿Cree que la implementación PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?		X			
14	¿Considera que la construcción de PTAR incrementará el valor de las tierras agrícolas en la comunidad?				X	
15	¿Cree que la PTAR fomentará el cuidado del medio ambiente en la comunidad?				X	

ENCUESTA MEDICIÓN SOCIAL

Nombre y Apellido: Maria Isabel Muros rivas Fecha: 08/04/25 Código: 005

Introducción: Elija la alternativa según sea su percepción donde:

Muy desacuerdo (1) En desacuerdo (2) Neutral (3) De acuerdo (4) Muy de acuerdo (5)

N.º	Ítems	1	2	3	4	5
ACEPTACIÓN COMUNITARIA						
1	¿Está de acuerdo con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en su comunidad de Pingobamba?				X	
2	¿Considera que la PTAR es necesaria para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad de Pingobamba?				X	
3	¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?		X			
4	¿Considera que el proyecto de la PTAR respetará las normas ambientales?				X	
5	¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la construcción o puesta en marcha de la PTAR?				X	
6	¿Cree que el agua tratada de la PTAR es apta para riego agrícola?				X	
7	¿Está de acuerdo con la ubicación propuesta para la PTAR en su comunidad?				X	
8	¿Considera que la implementación de la PTAR es una prioridad para la comunidad?				X	
BENEFICIOS SOCIALES PERCIBIDOS POR LA COMUNIDAD						
9	¿Cree que la implementación de la PTAR mejorará la salud pública en la comunidad?				X	
10	¿Considera que la implementación de la PTAR generará oportunidades de empleo local?				X	
11	¿Cree que la PTAR fomentará el uso sostenible del agua en la agricultura?				X	
12	¿Considera que la implementación PTAR mejorará la calidad de vida en la comunidad?				X	
13	¿Cree que la implementación PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?		X			
14	¿Considera que la construcción de PTAR incrementará el valor de las tierras agrícolas en la comunidad?				X	
15	¿Cree que la PTAR fomentará el cuidado del medio ambiente en la comunidad?					X

ENCUESTA MEDICIÓN SOCIAL

Nombre y Apellido: Santiago Diaz Cueva Fecha: 15/04/25 Código: 097

Introducción: Elija la alternativa según sea su percepción donde:

Muy desacuerdo (1) En desacuerdo (2) Neutral (3) De acuerdo (4) Muy de acuerdo (5)

N.º	Ítems	1	2	3	4	5
ACEPTACIÓN COMUNITARIA						
1	¿Está de acuerdo con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en su comunidad de Pingobamba?				X	
2	¿Considera que la PTAR es necesaria para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad de Pingobamba?				X	
3	¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?				X	
4	¿Considera que el proyecto de la PTAR respetará las normas ambientales?				X	
5	¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la construcción o puesta en marcha de la PTAR?				X	
6	¿Cree que el agua tratada de la PTAR es apta para riego agrícola?				X	
7	¿Está de acuerdo con la ubicación propuesta para la PTAR en su comunidad?				X	
8	¿Considera que la implementación de la PTAR es una prioridad para la comunidad?				X	
BENEFICIOS SOCIALES PERCIBIDOS POR LA COMUNIDAD						
9	¿Cree que la implementación de la PTAR mejorará la salud pública en la comunidad?				X	
10	¿Considera que la implementación de la PTAR generará oportunidades de empleo local?				X	
11	¿Cree que la PTAR fomentará el uso sostenible del agua en la agricultura?				X	
12	¿Considera que la implementación PTAR mejorará la calidad de vida en la comunidad?				X	
13	¿Cree que la implementación PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?				X	
14	¿Considera que la construcción de PTAR incrementará el valor de las tierras agrícolas en la comunidad?				X	
15	¿Cree que la PTAR fomentará el cuidado del medio ambiente en la comunidad?				X	

ENCUESTA MEDICIÓN SOCIAL

Nombre y Apellido: Felicita Vásquez Sánchez Fecha: 15/04/25 Código: 101

Introducción: Elija la alternativa según sea su percepción donde:

Muy desacuerdo (1) En desacuerdo (2) Neutral (3) De acuerdo (4) Muy de acuerdo (5)

N.º	Ítems	1	2	3	4	5
ACEPTACIÓN COMUNITARIA						
1	¿Está de acuerdo con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en su comunidad de Pingobamba?	X				
2	¿Considera que la PTAR es necesaria para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad de Pingobamba?				X	
3	¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?				X	
4	¿Considera que el proyecto de la PTAR respetará las normas ambientales?			X		
5	¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la construcción o puesta en marcha de la PTAR?				X	
6	¿Cree que el agua tratada de la PTAR es apta para riego agrícola?				X	
7	¿Está de acuerdo con la ubicación propuesta para la PTAR en su comunidad?	X				
8	¿Considera que la implementación de la PTAR es una prioridad para la comunidad?				X	
BENEFICIOS SOCIALES PERCIBIDOS POR LA COMUNIDAD						
9	¿Cree que la implementación de la PTAR mejorará la salud pública en la comunidad?				X	
10	¿Considera que la implementación de la PTAR generará oportunidades de empleo local?				X	
11	¿Cree que la PTAR fomentará el uso sostenible del agua en la agricultura?			X		
12	¿Considera que la implementación PTAR mejorará la calidad de vida en la comunidad?				X	
13	¿Cree que la implementación PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?				X	
14	¿Considera que la construcción de PTAR incrementará el valor de las tierras agrícolas en la comunidad?				X	
15	¿Cree que la PTAR fomentará el cuidado del medio ambiente en la comunidad?				X	

ENCUESTA MEDICIÓN SOCIAL

Nombre y Apellido: Berzelza Bravo Rodriguez Fecha: 15/04/25 Código: 102

Introducción: Elija la alternativa según sea su percepción donde:

Muy desacuerdo (1) En desacuerdo (2) Neutral (3) De acuerdo (4) Muy de acuerdo (5)

N.º	Ítems	1	2	3	4	5
ACEPTACIÓN COMUNITARIA						
1	¿Está de acuerdo con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en su comunidad de Pingobamba?		X			
2	¿Considera que la PTAR es necesaria para mejorar la calidad del agua residual en su comunidad de Pingobamba?				X	
3	¿Considera que las autoridades locales están capacitadas para gestionar de manera eficiente la PTAR?				X	
4	¿Considera que el proyecto de la PTAR respetará las normas ambientales?				X	
5	¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la construcción o puesta en marcha de la PTAR?				X	
6	¿Cree que el agua tratada de la PTAR es apta para riego agrícola?		X			
7	¿Está de acuerdo con la ubicación propuesta para la PTAR en su comunidad?				X	
8	¿Considera que la implementación de la PTAR es una prioridad para la comunidad?				X	
BENEFICIOS SOCIALES PERCIBIDOS POR LA COMUNIDAD						
9	¿Cree que la implementación de la PTAR mejorará la salud pública en la comunidad?				X	
10	¿Considera que la implementación de la PTAR generará oportunidades de empleo local?				X	
11	¿Cree que la PTAR fomentará el uso sostenible del agua en la agricultura?				X	
12	¿Considera que la implementación PTAR mejorará la calidad de vida en la comunidad?				X	
13	¿Cree que la implementación PTAR reducirá los costos que pagan por el servicio de agua potable?		X			
14	¿Considera que la construcción de PTAR incrementará el valor de las tierras agrícolas en la comunidad?				X	
15	¿Cree que la PTAR fomentará el cuidado del medio ambiente en la comunidad?			X		