



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ATIT_2025_FIAS-006

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

Propuesta para el Diseño de una Planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito Tambo, Huaytará - Huancavelica, 2023.

Presentado por:

JHOMIRA NOHELY ESPINOZA SALVATIERRA

Autor(a) del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es **PORCENTAJE DE SIMILITUD del 4%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CÓDIGO DE MATRÍCULA N° **20160863.**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

03 de Febrero del 2025.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Jesús Cabel Moscoso
Dr. Domingo Jesús Cabel Moscoso
DIRECTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria



Propuesta para el Diseño de una Planta de tratamiento de aguas
residuales para el distrito Tambo, Huaytará - Huancavelica, 2023

Línea de investigación

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

AUTOR:

Bach. ESPINOZA SALVATIERRA, JHOMIRA NOHELY

Ica - Perú

2024

DEDICATORIA

A mis queridos padres. Este logro académico es un reflejo del incansable esfuerzo que han invertido para brindarme una educación sólida. Cada sacrificio que han hecho, cada día de trabajo duro y cada decisión que tomaron en mi nombre son el fundamento de mi éxito. Su dedicación y compromiso con mi educación son un regalo que valoro más allá de las palabras. Esta tesis es un testimonio de su sacrificio y amor, y me llena de orgullo honrarlos de esta manera. Gracias por ser los faros en mi vida, por iluminar el camino hacia el conocimiento y por inculcarme la importancia del trabajo duro y la educación. Los amo profundamente.

AGRADECIMIENTO

Quiero iniciar dirigiendo unas palabras de agradecimiento a la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, quien me ha dado la oportunidad de conocer, explorar e incrementar mis conocimientos, competencias y herramientas para volverme el mejor profesional posible en mi rama. Siempre teniendo como único rival a vencer una versión previa de mí.

De igual manera, valoro ampliamente el papel de mi tutor, quien me ha escuchado, aconsejado y guiado durante el proceso de investigación, lectura, análisis, opinión y escritura del presente trabajo. Este trabajo de tesis es resultado de largas horas de trabajo. No hubiera recorrido todo ese camino de no ser por la guía intelectual de mi tutor.

Aunado a mi tutor, también debo extender mi reconocimiento y gratitud a la labor de mis docentes, quienes me han transmitido a lo largo de estos años múltiples conocimientos. En ellos he visto ejemplos de grandes profesionales de mi ramo enfocados a la enseñanza.

Aunque el tercer párrafo de esta breve lista de agradecimiento está dedicado a ellos. En mi corazón, mis padres son primero. Agradezco su amor incondicional, el trabajo que han hecho para ayudarme y protegerme a lo largo de los años. Mi título es antes que mío, de ustedes.

Por último, quiero recordar cuando años después lea este trabajo, que fui capaz de trabajar de manera activa para lograr mis sueños.

Índice de Contenido

Carátula.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de Contenido	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	11
1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.2.1 Antecedentes internacionales.....	12
1.2.2 Antecedentes nacionales	13
1.3 BASES TEÓRICAS	15
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
1.4.1 Problema principal	22
1.4.2 Problemas específicos	22
1.5 OBJETIVOS	22
1.5.1 Objetivo principal	22
1.5.2 Objetivos específicos	22
1.6 VARIABLES	22
1.6.1 Variable independiente	22
1.6.2 Variable dependiente	22
1.6.3 Operacionalización de variables	23
1.7 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	23
1.7.1 Justificación	23
1.7.2 Importancia	23
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	25
2.1 ÁREA DE ESTUDIOS	25
2.2 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	25
2.2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación	25

2.2.2 Población y Muestra	26
2.3 PROCEDIMIENTO DE METODOLOGÍA GENERAL	26
2.3.1 Instrumento de recolección de datos.....	26
2.3.2 Análisis e interpretación de datos	26
III.- RESULTADOS	27
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	42
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES.....	45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46
VIII.- ANEXOS	48

Índice de tablas

Tabla 1: Coordenadas y Cotas	28
Tabla 2: Dimensionamiento	32
Tabla 3: Componentes y dimensiones	40

Índice de figuras

Figura 1: Dimensiones del tanque	36
Figura 2: Dimensiones del Reactor	37
Figura 3: Dimensiones del filtro	39
Figura 4: Propuesta de diseño de PTAR	41

RESUMEN

Objetivo: Proponer el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito Tambo. **Metodología:** Fue no experimental, de enfoque mixto, nivel exploratorio - descriptivo, y de diseño transversal. La muestra estuvo conformada por 215 viviendas y 967 habitantes. Muestreo intencional. Se utilizaron como técnica: La observación, la inmersión en el campo. Los instrumentos que se usaron para la recolección de información fueron brújula, geo localizador, ficha de recolección, cámara fotográfica, Google maps. **Resultados:** La propuesta de ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales tendrá como entrada principal entre las coordenadas Este 624000.00, Norte 8460000.00, Cota 3100.00 m. Con un Tanque de Sedimentación de caudal diario de 145.05 m³/día y picos de 36.63 m³/día, con un volumen del tanque de 45.32 m³. Su Reactor Biológico con 36.26 m³. El Área de deshidratación 0.0493 m³/día y un espacio total de 212.37 m². Materiales resistentes como concreto reforzado y acero. El área de deshidratación procesará ~65.27 /día de lodos, y un espacio total de 212.37 m² para instalaciones y expansión futura. La propuesta del tanque de sedimentación está dimensionada con un volumen aproximado de 45.32 m³. El Reactor biológico con un volumen de aproximadamente 36.26 m³. **Conclusión:** Se presentó una propuesta de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito de Tambo con una población de 967 habitantes, integrando rejillas de desbaste, tanques de sedimentación, y reactores biológicos. La propuesta de una planta está diseñada para ser operativa y sostenible a largo plazo, con consideraciones para el mantenimiento y las condiciones locales.

Palabras clave: Diseño, Planta de tratamiento, aguas residuales

ABSTRACT

Objective: To design a wastewater treatment plant for the Tambo district.

Methodology: The study was non-experimental, with a mixed approach, exploratory-descriptive level, and a cross-sectional design. The sample consisted of 215 households and 967 inhabitants. Purposive sampling was used. Techniques included observation and field immersion. Instruments used for data collection included a compass, GPS locator, data collection sheet, camera, and Google Maps.

Results: The proposed location for the wastewater treatment plant will have its main entrance at approximately coordinates East 624000.00, North 8460000.00, Elevation 3100.00 m. The sedimentation tank is designed for an average daily flow of 145.05 m³/day and peak flows of 36.63 m³/day, with a tank volume of 45.32 m³. The biological reactor has a volume of 36.26 m³. The dehydration area will handle approximately 0.0493 m³/day and occupies a total area of 212.37 m². Durable materials such as reinforced concrete and steel will be used. The sludge dehydration area is designed to process approximately 65.27 kg/day of sludge, and the total space allocated for the facility and future expansion is 212.37 m². The sedimentation tank is proposed with an approximate volume of 45.32 m³, and the biological reactor with a volume of approximately 36.26 m³.

Conclusion: The design of the wastewater treatment plant for the Tambo district, serving a population of 967 inhabitants, has been successfully completed. It incorporates screening units, sedimentation tanks, and biological reactors. The plant is designed to be operational and sustainable in the long term, with considerations for maintenance and local conditions.

Keywords: Design, Wastewater Treatment Plant, Wastewater

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto del creciente desafío global relacionado con la gestión de recursos hídricos y la protección del medio ambiente, el tratamiento de aguas residuales se ha convertido en una necesidad fundamental tanto para comunidades urbanas como rurales. Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) desempeñan un papel crucial en la preservación de la salud pública al garantizar que el agua que regresa al medio ambiente sea segura y cumpla con los estándares de calidad. Además, estas instalaciones son esenciales para la protección de los ecosistemas acuáticos, ya que ayudan a prevenir la contaminación de ríos, lagos y océanos, que son vitales para la biodiversidad y el equilibrio ecológico.

Asimismo, las PTAR contribuyen a la recuperación de recursos valiosos, como el agua tratada, que puede ser reutilizada para riego agrícola, procesos industriales o incluso como agua potable en ciertas condiciones. Este enfoque no solo alivia la presión sobre las fuentes de agua dulce, sino que también promueve prácticas sostenibles y la economía circular, en la que los recursos se utilizan de manera más eficiente y se reducen los desechos. A medida que la población mundial continúa creciendo y la demanda de agua aumenta, la implementación y mejora de las PTAR se convierten en un componente esencial para el desarrollo sostenible y la resiliencia frente al cambio climático. En este sentido, es imperativo que las comunidades reconozcan la importancia de invertir en infraestructuras adecuadas para el tratamiento de aguas residuales, así como en la educación y concienciación sobre el uso responsable del agua.

Una planta de tratamiento de aguas residuales es una infraestructura esencial diseñada para procesar y purificar las aguas residuales generadas por fuentes domésticas, industriales o comerciales antes de su liberación al medio ambiente. Este proceso de tratamiento busca eliminar contaminantes físicos, químicos y biológicos, garantizando que el agua tratada cumpla con las normativas ambientales vigentes. A través de diversas etapas, que pueden incluir la sedimentación, filtración y tratamiento biológico, las PTAR transforman las aguas residuales en un recurso que puede ser seguro para su descarga en cuerpos de agua o incluso para su reutilización en actividades como el riego agrícola o el uso industrial. Este enfoque no solo protege la salud pública al prevenir la contaminación del agua y del suelo, sino que también contribuye a la sostenibilidad al permitir la recuperación de recursos valiosos. Además, las PTAR juegan un papel clave en la mitigación de impactos ambientales negativos, ayudando a conservar los ecosistemas acuáticos y a promover una gestión eficiente del agua en un contexto de creciente demanda y escasez hídrica.

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La tasa de crecimiento de la concentración de la población en América Latina durante el periodo de 2010 a 2022 ha sido del 80%, lo que conlleva un aumento significativo en la generación de aguas residuales tanto de los hogares como de la industria. Sin embargo, más del 40% de los sitios en la región carecen de sistemas de tratamiento adecuados, lo que plantea serias preocupaciones ambientales y de salud pública. La falta de tratamiento efectivo de las aguas residuales impide la eliminación de agentes infecciosos causantes de enfermedades, que son originados por bacterias presentes en estos desechos. Además, la acumulación de aguas residuales no tratadas genera olores desagradables y provoca cambios en el paisaje, afectando la calidad de vida de las comunidades. Este escenario resalta la urgencia de invertir en infraestructuras de tratamiento de aguas residuales, no solo para proteger la salud pública, sino también para conservar los ecosistemas y mejorar el entorno urbano y rural en América Latina [12].

Existen varios problemas en la gestión de aguas residuales, uno de los más críticos es la inadecuada provisión del servicio de tratamiento. En Perú, por ejemplo, 50 empresas de servicios de saneamiento (EPS) logran cubrir apenas el 69,6% de la población urbana. Esta deficiencia en la cobertura implica que una parte significativa de la población no tiene acceso a sistemas de tratamiento adecuados, lo que incrementa el riesgo de contaminación ambiental y afecta la salud pública. La falta de infraestructura y recursos necesarios para expandir estos servicios no solo limita la capacidad de tratamiento, sino que también perpetúa la desigualdad en el acceso a servicios básicos. Abordar estos desafíos es fundamental para garantizar un manejo efectivo de las aguas residuales y promover un desarrollo sostenible en el país.

Por lo tanto, existen desventajas significativas en el tratamiento de aguas residuales, a pesar de su importancia crucial para prevenir la contaminación de ecosistemas y la generación de focos infecciosos que pueden afectar la salud de las personas. Según el Ministerio del Ambiente (MINAM), de los 2.2 millones de metros cúbicos de aguas residuales que fluyen diariamente por las redes de alcantarillado en Perú, solo el 32% recibe un tratamiento adecuado antes de ser vertido en fuentes de agua natural, como el mar, ríos, lagos y quebradas. En el caso de Lima, que produce 1.2 millones de metros cúbicos de aguas residuales en sus sistemas de alcantarillado, apenas el 20% es tratado. Esta situación no solo representa un riesgo para la salud pública, sino que también tiene repercusiones graves para la biodiversidad y la calidad de los recursos hídricos en la región, subrayando la necesidad urgente de mejorar la infraestructura y los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el país ^[16].

En la actualidad el distrito Tambo no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales por lo cual la disposición final de las aguas residuales de la localidad no es tratada ya que “pasa por un tratamiento primario, de tipo tanque séptico instalado hace más de 25 años, la misma que se encuentra en deterioro de las estructuras físicas por la antigüedad. En consecuencia, estas aguas contaminadas no son tratadas adecuadamente y son vertidas directamente a suelos agrícolas cercanos y cuerpo hídrico originando alteración en el equilibrio ecológico del ecosistema y el medio ambiente. Por las razones mencionadas se ve la necesidad de darle solución al problema proponiendo diseñar de una planta de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de reducir los efectos de contaminación generadas por los efluentes líquidos” [16].

1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Antecedentes internacionales

Cuenca A. (2018), en su proyecto de tesis, tuvo como objetivo diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales utilizando un tratamiento secundario. Este enfoque incluye un canal de paso, un tanque séptico, humedales artificiales y un lecho de secado para lodos, todos los cuales garantizan una remoción efectiva de las cargas contaminantes. Además, el diseño se alinea con las normativas ambientales vigentes, asegurando que el proceso de tratamiento no solo sea eficiente, sino también sostenible y responsable desde el punto de vista ecológico. Esta propuesta resalta la importancia de integrar tecnologías adecuadas para el tratamiento de aguas residuales, contribuyendo a la mejora de la calidad del agua y a la protección de los ecosistemas [1].

Galeano N. y Roja I. (2016), en su proyecto de tesis, propusieron el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales mediante un zanjón de oxidación. Este método es beneficioso ya que reduce el consumo eléctrico, lo que contribuye a una mayor eficiencia energética. La planta incluye un desarenador, dos cepillos, un tanque de sedimentación secundaria y un sistema de tratamiento de lodos, todos diseñados para optimizar el proceso de tratamiento. Además, este enfoque permite un tiempo de retención prolongado, lo que favorece la remoción efectiva de contaminantes. La propuesta destaca la importancia de implementar tecnologías que no solo sean efectivas en el tratamiento de aguas residuales, sino que también minimicen el impacto ambiental y los costos operativos (2041 para 12664 habitantes) [2].

Faicán V.H. (2023) tuvo como objetivo "Elaborar el Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para las descargas de un Centro Comercial en la ciudad de Quito". A través de un modelo operativo, se buscó adaptar el diseño a las necesidades y el contexto comercial específico del centro. Se realizaron muestreos in situ que revelaron que la tecnología de

filtración combinada es la más adecuada, dado que existe una deficiencia en los niveles de concentración de contaminantes. Según los resultados obtenidos y la caracterización de las aguas residuales, se identificaron parámetros que superan los niveles máximos permisibles, lo que evidencia la urgencia de establecer y aplicar una planta de tratamiento. Esta instalación permitiría reducir entre un 88% y un 99% la carga orgánica del agua residual, mejorando significativamente la sostenibilidad del centro comercial y contribuyendo a la protección del medio ambiente [3].

Reyes S. y Vargas T. (2023) tuvieron como propósito "Elaborar un Diseño Hidráulico del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para la escuela de Puerta Blanca en el municipio de Flandes, Tolima". En este estudio, se evidenció que la demanda de agua ha ido en aumento cada año en Colombia, lo que refleja una deficiencia en la transformación de calidad necesaria para garantizar un adecuado saneamiento básico. El enfoque ingenieril del proyecto fue de carácter descriptivo, utilizando información accesible para describir con precisión la realidad del fenómeno. Como conclusión, se determinó que el cálculo de los caudales influye directamente en el tiempo de retención y la carga hidráulica del sistema, aspectos críticos para el diseño efectivo de la planta de tratamiento. Esta investigación subraya la importancia de un enfoque técnico y riguroso en la planificación de infraestructuras de saneamiento, contribuyendo a mejorar la calidad del agua y la salud pública en la región [4].

Amaguaña R. tuvo como objetivo "determinar si la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) tiene un funcionamiento adecuado en la eficacia de la eliminación de contaminantes". Para ello, se realizó un levantamiento de información sobre las unidades hidráulicas, mediante el análisis de muestras de agua en la entrada y salida de la PTAR. Los resultados obtenidos indicaron que los niveles de Demanda Biológica de Oxígeno a cinco días (DBO5) y de Demanda Química de Oxígeno (DQO) superan los límites permitidos para la descarga de aguas residuales. Estos hallazgos evidencian la necesidad de mejorar la eficiencia operativa de la planta, a fin de asegurar que el tratamiento de las aguas residuales cumpla con las normativas ambientales y proteja la salud pública y el medio ambiente [5].

1.2.2 Antecedentes nacionales

Torre G. (2018), en su proyecto de tesis, tuvo como objetivo realizar el diseño de una planta depuradora de aguas residuales con el fin de alcanzar los límites permisibles en la calidad del agua, considerando parámetros como la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y los sólidos suspendidos totales. La propuesta busca lograr niveles de remoción de 80%, 74% y 90% respectivamente para estos contaminantes. Además, se plantea la reducción del porcentaje de fósforo y nitrógeno en el efluente tratado. Este

enfoque integral no solo cumple con las normativas ambientales, sino que también contribuye a mejorar la calidad del agua y proteger los ecosistemas acuáticos circundantes [6].

Hidalgo N. (2018), en su proyecto de tesis, tuvo como objetivo diseñar una planta depuradora de aguas residuales. La planta incluye una cámara disipadora, donde el número de Froude resultó ser mayor a uno, indicando que se trata de un flujo supercrítico. Además, se diseñó un canal de entrada que conecta con el desarenador, el cual atraviesa una cámara de rejilla y un medidor de Parshall para el aforo. También se incorporó un reactor anaeróbico de flujo ascendente. A través de estos procesos, se lograron determinar los porcentajes de eliminación de carga contaminante, asegurando así el cumplimiento de las normativas ambientales. Este diseño integral destaca la importancia de aplicar principios hidráulicos adecuados para optimizar la eficacia del tratamiento de aguas residuales [7].

Alfaro I. (2022) tuvo como propósito el “Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la comunidad campesina de Llaspay, distrito de Huanquite, provincia de Paruro, región Cusco – 2021”. Para alcanzar este objetivo, los investigadores realizaron estudios de caracterización de las aguas residuales, las cuales, en su mayoría, superan los límites máximos permisibles. En el diseño, se consideró el Reglamento General de Edificaciones, tomando como criterios básicos el caudal y las etapas de diseño. Se incluyó un Tanque Imhoff, que se encargará de deshidratar los lodos, asegurando una absorción adecuada para comunidades de menos de 5000 habitantes. Finalmente, se elaboró un presupuesto que refleja tanto los costos directos como los indirectos, alineado a los metrados por partida, garantizando así la viabilidad económica del proyecto. Este enfoque integral resalta la importancia de adaptar el diseño a las necesidades específicas de la comunidad, promoviendo la sostenibilidad y la salud pública [8].

Villar J. (2023), en su tesis, tuvo como objetivo “evaluar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales N° 02”, determinando la eficiencia de descontaminación en cada uno de sus componentes para cinco parámetros: DBO5, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes termotolerantes y aceites y grasas. Para llevar a cabo este análisis, se identificaron los puntos de muestreo al inicio y al final de cada estructura, abarcando un total de ocho puntos. Los resultados mostraron una alta eficiencia en la separación de sólidos suspendidos, alcanzando un valor del 61%, aunque esta cifra se encuentra por debajo de los límites permitidos. En contraste, la eficiencia en la remoción de grasas y aceites fue notable, con un porcentaje del 97.3%. Estos hallazgos subrayan la necesidad de mejorar ciertos aspectos del proceso de

tratamiento, a pesar de los resultados positivos en la eliminación de grasas y aceites, contribuyendo así a la calidad del efluente tratado [9].

Pacco H. (2023), en su tesis, tuvo como objetivo “diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para el distrito de Hunter, Arequipa”. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un estudio experimental, utilizando una muestra seleccionada de manera probabilística para recolectar datos. La investigación se basó en la revisión bibliográfica y se utilizó una guía de observación para analizar los parámetros necesarios en el redimensionamiento de la planta. Este enfoque permitió calcular los parámetros de diseño de manera adecuada, tomando como referencia otras plantas de tratamiento existentes. Los resultados del estudio proporcionan una base sólida para el diseño propuesto, asegurando que la planta satisfaga las necesidades del distrito y cumpla con las normativas ambientales [10].

1.3 BASES TEÓRICAS

A) Aguas residuales (AR)

Son aguas cuyas características han sido alteradas, lo que hace necesario un pretratamiento antes de su reutilización, vertido en un cuerpo de agua natural o desagüe al alcantarillado. Este proceso es importante para evitar que las aguas residuales afecten negativamente al medio ambiente y a la salud pública. El pretratamiento permite eliminar contaminantes y asegurar que el agua tratada cumpla con las normativas ambientales, protegiendo así los ecosistemas acuáticos y garantizando la calidad del agua destinada a su reutilización [11].

a) Tipos de aguas residuales

- **AR domésticos:** Las aguas residuales domésticas contienen desechos fisiológicos generados por la actividad humana, lo que hace imperativo asegurar una correcta disposición final de estos efluentes. Una gestión adecuada de las aguas residuales es fundamental para prevenir la contaminación del medio ambiente y proteger la salud pública. Esto implica un tratamiento efectivo que elimine contaminantes y patógenos antes de que sean vertidos en cuerpos de agua o en sistemas de alcantarillado. La implementación de sistemas de tratamiento adecuados no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también promueve el bienestar de las comunidades [11].
- **AR industriales:** Las aguas residuales provenientes del desarrollo de procesos productivos incluyen las generadas por actividades mineras, agrícolas, energéticas y agroindustriales. Estas aguas pueden contener contaminantes diversos, como metales pesados, productos químicos y materia orgánica, lo que las convierte en un desafío significativo para la

gestión ambiental. Un tratamiento adecuado es esencial para reducir su impacto negativo en el medio ambiente, proteger los recursos hídricos y garantizar la salud de las comunidades cercanas. Implementar tecnologías de tratamiento eficaces es crucial para minimizar la contaminación y fomentar un desarrollo sostenible en estas industrias [11].

- Las aguas residuales municipales son aquellas aguas domésticas que pueden mezclarse con agua pluvial o aguas residuales industriales. Debido a esta combinación, es esencial que sean tratadas adecuadamente antes de ingresar al sistema combinado de aguas residuales. Este tratamiento es crucial para eliminar contaminantes y asegurar que el efluente cumpla con las normativas ambientales antes de ser vertido en cuerpos de agua o enviado al sistema de alcantarillado. Una gestión eficiente de estas aguas no solo protege el medio ambiente, sino que también contribuye a la salud pública y al mantenimiento de la calidad del agua en las comunidades [11].

b) Características de las aguas residuales

• Características físicas

- Sólidos totales: Se define como toda la materia que queda después de que la muestra se haya evaporado y secado 103-105°C. Estos tienen procedencia industrial y doméstico. [12]
- Sólidos sedimentables: Estos son sólidos que tienden a depositarse en el fondo durante un periodo de tiempo lo cual “representan la cantidad de lodo que se obtendrá durante la decantación inicial de agua residual” [12].
- Sólidos en suspensión: “Fracción de los sólidos totales retenidos en un filtro con tamaño de 250 mm y luego medido en masa después se a sido secado a una temperatura específica” [12].

• Características químicas

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Se refiere a la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para descomponer la materia orgánica que puede ser degradada mediante la actividad microbiana aeróbica. Este parámetro es uno de los más utilizados para evaluar la calidad de las aguas residuales, ya que indica el nivel de contaminación orgánica presente en el agua. Una alta DBO sugiere una mayor carga de materia orgánica, lo que puede afectar negativamente a los ecosistemas acuáticos y a la calidad del agua en general. Por lo tanto, el monitoreo de la DBO es fundamental para el diseño y la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales [12].
- Demanda química de Oxígeno: es una medida que refleja la disponibilidad de oxígeno necesario para la degradación de materia orgánica fácilmente oxidable. Esta evaluación se realiza utilizando productos químicos con fuertes propiedades oxidantes, que simulan la

acción de los microorganismos en condiciones aeróbicas. Al medir la DBO, se obtiene una indicación de la cantidad de materia orgánica que puede ser descompuesta por la actividad microbiana, lo cual es crucial para entender la calidad del agua y su potencial impacto en el medio ambiente. Una DBO elevada sugiere un alto contenido de contaminantes orgánicos, lo que requiere un tratamiento adecuado para evitar efectos adversos en los ecosistemas acuáticos [12].

- **Características biológicas.**

Las propiedades biológicas de las aguas residuales son atribuibles a una variedad de organismos con alta capacidad metabólica, capaces de descomponer y degradar tanto sustancias orgánicas como inorgánicas. Estos microorganismos, incluidos bacterias, hongos y protozoos, desempeñan un papel crucial en los procesos de tratamiento de aguas residuales, ya que facilitan la eliminación de contaminantes mediante la biodegradación. A través de sus actividades metabólicas, estos organismos convierten la materia orgánica en compuestos más simples, lo que ayuda a reducir la carga contaminante del agua y a mejorar su calidad. La eficiencia de este proceso biológico es fundamental para el diseño y operación de plantas de tratamiento, ya que determina la efectividad en la remoción de contaminantes y el cumplimiento de las normativas ambientales.

- c) **Muestreo de las aguas residuales**

Las aguas residuales deben ser analizadas en detalle en función de su composición para garantizar que se midan con el rigor necesario y se obtenga una muestra representativa. Para ello, es fundamental seleccionar cuidadosamente el lugar de muestreo, así como definir el tiempo y la frecuencia del muestreo. Además, se debe decidir el tipo de muestra a recolectar, ya sea simple o compuesta. Las muestras simples se obtienen en un único punto en el tiempo, mientras que las muestras compuestas se recolectan a lo largo de un período y se combinan para reflejar mejor las variaciones en la calidad del agua. Este enfoque metódico es esencial para asegurar la precisión de los análisis y para proporcionar datos confiables que informen el diseño y la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales [13].

- d) **Medición de caudales de aguas residuales**

Para el cálculo de caudales de las descargas se tomarán “cinco campañas, como mínimo, adicionales de medición horaria durante las 24 horas del día” [14].

Las mediciones de los caudales y sus variaciones en la descarga “se pueden determinar por varios métodos, sin embargo, los más habituales son método volumétrico y canaleta de Marshall”:

e) Caudales de las aguas residuales

Son el caudal medio diario (se calcula con el caudal máximo diario y es útil para el caudal de diseño para captaciones, estaciones de bombeo de agua), el caudal máximo horario (máximo consumo que es requerido en una cierta hora del día de máximo consumo en el año) [13]

B) Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales posee un conjunto de operaciones (físicas, biológicas y químicas), que tiene como objetivo de eliminar contaminantes antes de ser vertidos, que resulte que los niveles de contaminación queden en el efluente de tratamiento y así cumplan los límites legales existentes.

Por ello este tratamiento se divide en las siguientes etapas: [13]

a) Obra de llegada

Se le denomina “entre el punto de entrega del emisor y los procesos de tratamiento preliminares que se dimensionan para el caudal máximo, que tengan velocidades adecuadas”¹⁴. Después de ello se colocará el dispositivo de desvío de la planta (las consideraciones serán de acuerdo al proceso y funcionamiento de la planta), la ubicación de estación de bombeo (dependerá del tipo de bomba, por ejemplo, bomba tipo tornillo ira antes del tratamiento preliminar y para bomba centrífuga sin desintegrador se ubicará después del proceso de cribado) [14]

b) Tratamiento preliminar:

Las unidades de tratamiento preliminar se pueden usar cribas y, desarenadores. [13]

- Cribas: Deben usarse en toda planta de tratamiento (incluso en las más simples). Por esta razón es preferible diseñar cribas de limpieza manual “que debe incluir una plataforma de operación y un sistema de drenaje del material cribado junto con barandas de seguridad, iluminación, compuertas” [13].
- Desarenadores: Su objetivo es extraer la mayor cantidad posible de las arenas presentes en las aguas residuales. El nombre "arenas se incluye la arena misma, gravas y partículas más o menos grandes de origen mineral u orgánico” [13].
- Medidor y repartidores de caudal: El medidor “el pozo de registro para la instalación de un limnigrafo y repartidores de Caudal: La cámara de entrada y flujo ascendente (vertedero circular)” [13].

c) Tratamiento primario

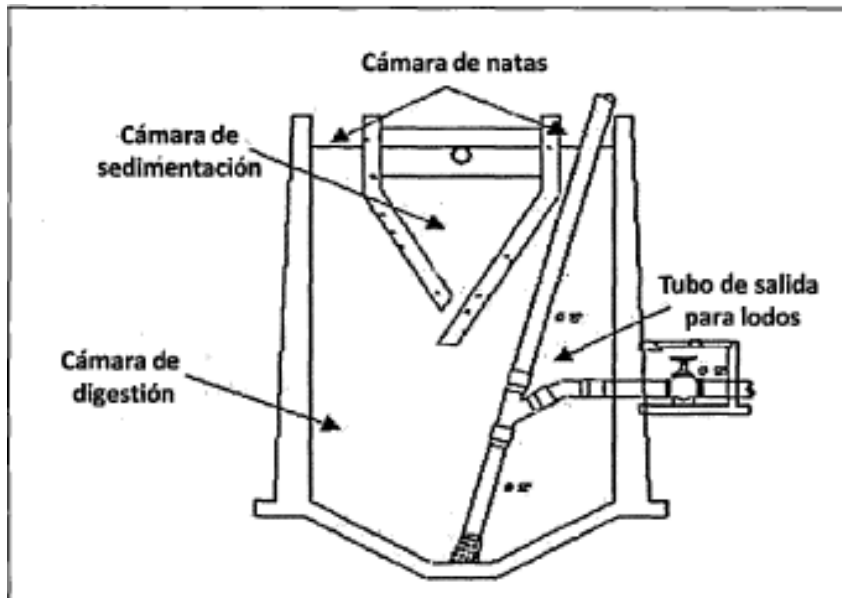
El tratamiento primario, “consiste en la remoción de los sólidos en suspensión (floculantes), pueden ser mediante sedimentación de los materiales suspendidos por tratamientos netamente físicos o floculación, o por precipitación química para neutralizar el ph residual y remover compuestos inorgánicos. Para este proceso de tratamiento de aguas residuales tenemos tanques Imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación” [14].

• Tanques Imhoff:

Son tanques de sedimentación (usando criterios de área, caudal medio, periodo de retención y profundidad) primaria, en los cuales se incorpora la digestión de lodos en un compartimiento localizado en la parte inferior. [13]

Para el diseño del tanque de la zona de sedimentación se rige a los siguientes criterios:

Fig. 1.2: Tanque Imhoff



Fuente: Norma Os 090

-Tabla 1: Criterios para el diseño de la zona de sedimentación

Criterios para diseñar la zona de sedimentación	
El área requerida	Cálculo de carga superficial de 1 m ³ /m ² /h, en base al caudal medio
El periodo de retención nominal	1,5 a 2,5 horas
Fondo del tanque	sección transversal en forma de “V” y la pendiente de los lados (respecto al eje horizontal), tendrá entre 50 y 60 grados.
Abertura de arista central para que pase sólidos	0.15 m a 0.20 m
Borde libre	0.30m(valor mínimo)
Criterios para diseñar el compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (zona de digestión)	
El volumen de lodos	Se halla considerando la reducción de 50% de sólidos volátiles, con una densidad de 1,05 kg/l y un contenido promedio de sólidos de 12,5% (al peso).
Temperatura durante el proceso de digestión	5°C (110 días) ,10°C (76 días), 15°C(55 días) , 20°C(40 días) y mayores a 25°C(30 días)
Forma de fondo de compartimiento y Angulo de inclinación de las paredes (horizontal) respectivamente	Tronco de pirámide y 15° a 30°
Criterios de diseño para la superficie libre entre las paredes del digestor y las del sedimentador (zona de espumas)	
Espaciamiento libre y superficie libre total	1 m(mínimo), 30% de la superficie total del tanque
Consideraciones para la remoción de lodos digeridos (diseño similar a sedimentadores primarios)	
Diámetro de tubería de remoción	200 mm
La tubería de remoción de lodos	15 cm por encima del fondo de tanque
Para la remoción hidráulica de lodos	Carga hidráulica de 1.80 m (mínimo)

Fuente: Norma (OS 090)

d) Tratamiento secundario

Esta etapa de depuración está diseñada “para la eliminación de los sólidos en suspensión y compuestos orgánicos biodegradables (solubles) por medios prioritariamente biológicos debido a su precio asequible y alta eficacia de eliminación de DBO disuelta (mayor a 80%), siendo biomasa en suspensión, e incluye los siguientes sistemas: lagunas de estabilización, lodos activados (incluidas las zanjas de oxidación), módulos rotatorios de contacto y filtros biológicos” [7].

- Tratamiento con lodos activados: “este tratamiento es de tipo de proceso biológico que presenta una eficiencia de remoción de 75-95 % de DBO. Por ello para el diseño del tanque de aeración se desarrollará para condiciones de caudal medio y con parámetros de periodo de retención, edad de lodos, el porcentaje de remoción, la concentración de sólidos en suspensión”. Por ejemplo, para el proceso convencional se tiene un periodo de retención de 4-8 horas, la

edad de los lodos de 4-15 días y con una carga volumétrica 0,3-0,6 kg (DBO/m³.dia), también el porcentaje de remoción de 85-90 %

-Sedimentador secundario: en este caso se efectuará para caudal máximo horario y la sedimentación de este será de acuerdo al tipo de tratamiento como por ejemplo sedimentación a continuación de lodos activados. [13]

Tabla 2: Criterios para el diseño del decantador secundario [13]

Decantadores secundarios circulares	
Capacidad máxima de decantadores, de tipo y ángulo de inclinación respectivamente	300 m ³ , cónico o piramidal y 60°
Diámetro de tuberías para remoción	200 mm mínimo
Diámetro de entrada del centro del tanque	15 a 20 % del decantador
Velocidad periférica del decantador	1,5 a 2,5 m/min

Fuente: Norma OS 090

e) Tratamiento terciario

En este tratamiento “se elimina la carga orgánica remanente de un tratamiento secundario (microorganismos patógenos, eliminar color y olor indeseables, remover detergentes (ocasionan espuma), fosfatos y nitratos residuales(eutrofización)” [13].

Marco conceptual

- Agua residual:
Agua que fue usada por una población (incluye material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión) [14]
- Agua residual domestica:
Agua cuyo origen doméstico, comercial o institucional.
- Agua residual municipal:
Agua residual domesticas con agua de drenaje pluvial o agua de origen industrial [13]
- Tratamiento: Una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua
- Afluente:
Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):

“Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos”. [14]

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema principal

¿Cuál es la propuesta para el diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito Tambo?

1.4.2 Problemas específicos

P1. ¿Cómo será la propuesta para la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales?

P2. ¿Cuáles serán las dimensiones que se propone para diseñar el tamaño de la planta de tratamiento de aguas residuales?

P3. ¿Cuáles serán los componentes propuestos para los materiales para la planta de tratamiento de aguas residuales?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo principal

Proponer el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito Tambo.

1.5.2 Objetivos específicos

O1. Proponer la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales

O2. Proponer las dimensiones del tamaño de la planta de tratamiento de aguas residuales

O3. Proponer la selección de los componentes y materiales para la planta de tratamiento de aguas residuales

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variable independiente

Planta de tratamiento

1.6.2 Variable dependiente

Aguas residuales

1.7.3 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Planta de tratamiento	Sistema integral para el tratamiento de aguas residuales que cumple con normativas ambientales.	Conjunto de unidades físicas (tanques, reactores, filtros) que operan secuencialmente para remover contaminantes.	Ubicación	Coordenadas Distancia a fuentes hídricas
			Dimensiones	Tanque sedimentación Reactor biológico Área total
			Componentes	Partes funcionales de la planta.
Aguas residuales	Líquido con contaminantes derivados de uso doméstico, industrial o agrícola.	Agua con parámetros físicos, químicos y biológicos que superan límites permisibles.	Caudal	Caudal medio Caudal pico
			Generación de lodos	Cantidad de lodos producidos

1.7 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.7.1 Justificación

Es relevante este estudio porque permitirá proponer la reducción de diversos tipos de contaminación para lograr la preservación del ecosistema; además después de un tratamiento adecuado, el vertimiento de las aguas residuales al cauce del río, garantizará aguas abajo el desarrollo de las actividades productivas como la pesca y la agricultura, Garantizando una mejor calidad de sus productos y la aceptación en el mercado. También, fomenta el turismo que tiene un beneficio económico.

La propuesta de una planta de tratamiento es esencial para prevenir la contaminación de cuerpos de agua locales, como ríos y arroyos. La ausencia de un tratamiento adecuado puede llevar a la liberación de contaminantes que deterioran la calidad del agua y afectan a los ecosistemas acuáticos.

La propuesta del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito de Tambo está justificada por la necesidad de proteger el medio ambiente y la salud pública, la adecuación a las necesidades poblacionales actuales y futuras, la selección adecuada de componentes y materiales, y el cumplimiento de normativas ambientales. Este enfoque integral asegura que la planta no solo sea eficiente y efectiva, sino también sostenible y adaptable a los cambios futuros en la demanda y las condiciones operativas.

1.7.2 Importancia

La importancia de proponer el diseño y operar una planta de tratamiento de aguas residuales radica en su capacidad para proteger la salud pública, conservar el medio ambiente, cumplir

con normativas y regulaciones, proporcionar beneficios económicos, optimizar recursos y asegurar la sostenibilidad. Un diseño bien planificado y ejecutado no solo soluciona problemas inmediatos de tratamiento de aguas, sino que también contribuye a una gestión ambiental más eficiente y a una comunidad más saludable y sostenible.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 ÁREA DE ESTUDIOS

Tambo es uno de los 16 distritos de la provincia Huaytará, departamento Huancavelica 3141 msnm, con coordenadas de 13°59'20.5384''S de latitud y 74°27'16.0404''w de longitud, con una población de 719 habitantes (INEI -2017). El lugar de estudio tiene las siguientes coordenadas de 13°41'30.4188''S de latitud y 75°16'21.1224''w de longitud.



2.2 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

2.2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

La presente investigación es no experimental, de enfoque mixto, nivel exploratorio - descriptivo, y de diseño transversal en el cual se llevó a cabo observaciones en el lugar para lograr proponer el diseño mediante diversos cálculos. Es no experimental porque se logró presentar la propuesta del diseño en la zona de influencia, mixto porque se inició desde el diagnóstico del lugar hasta la propuesta de la planta la cual será diseñada según los cálculos obtenidos y transversal porque la variable fue medida en un periodo de estudios.

2.2.2 Población y Muestra

La población estuvo conformada por las viviendas y los habitantes del distrito Tambo en Huaytará – Huancavelica.

La muestra estuvo conformada por 215 viviendas y 967 habitantes, con una producción per cápita de agua residual de 0.253 m³/día. hab. Proyectada hacia 20 años, vida útil del proyecto con una tasa de crecimiento de 1.5% (INEI censo 2017). Entonces, la población proyectada a 20 años: $719 * (1.015)^{20} = 967$ habitantes.

La muestra fue seleccionada mediante un muestreo intencional.

2.3 PROCEDIMIENTO DE METODOLOGÍA GENERAL

2.3.1 Instrumento de recolección de datos

Se utilizaron como técnica: La observación, la inmersión en el campo, el análisis Instrumentos de recolección de información.

Los instrumentos que se usaron para la recolección de información son: brújula, geo localizador, ficha de recolección, cámara fotográfica, Google maps.

2.3.2 Análisis e interpretación de datos

La información necesaria para lograr los objetivos propuestos se obtuvo mediante las actividades siguientes:

- Se revisó la normativa actualizada, legislación, correspondiente al tratamiento de aguas residuales
- Inmersión inicial en el campo para localizar la planta de tratamiento de aguas residuales
- Levantar información preliminar en el lugar seleccionado.
- Proyectar el tamaño de la planta de tratamiento de aguas residuales para una vida útil de 20 años (usando información de la generación per cápita y la población)
- Se realizó el levantamiento topográfico del lugar seleccionado.
- Se realizó los cálculos para encontrar el dimensionamiento.
- Se seleccionó los componentes para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales

III.- RESULTADOS

DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS PARA LA PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO TAMBO – HUAYTARÁ.

- **Geografía Montañosa:** El distrito se encuentra en una zona de la sierra peruana, que es conocida por su relieve montañoso y accidentado. El terreno generalmente presenta una topografía variada con colinas, montañas y valles. El área se ubica en el Datum WGS 84, zona 18 sur.
- **Variación de Pendientes:** Las pendientes varían desde áreas con inclinaciones suaves hasta regiones con pendientes más pronunciadas y escarpadas, mientras que en otras puede ser más plano.
- **Suelo:** Arcilloso y limosos que presentan buena capacidad de retención de agua.
- **Condiciones hidrológicas:** La presencia de pendientes en el terreno implica que el drenaje natural puede ser rápido, lo cual puede ser ventajoso para la gestión de aguas residuales si se diseña adecuadamente.

Las **coordenadas geográficas** indican la ubicación precisa de un punto en la superficie terrestre y se expresan en latitud y longitud.

- **Latitud y Longitud:** Las coordenadas para el distrito de Tambo son aproximadamente:
 - **Latitud:** 13.5953° S
 - **Longitud:** 74.2716° W

Las **Cotas del terreno** para el diseño de una Planta de tratamiento de aguas residuales son las siguientes:

La cota del terreno se refiere a la elevación sobre el nivel del mar. Conocer las cotas ayudó a entender las pendientes y las características del terreno, lo cual es importante para el diseño de la planta y el manejo de aguas residuales. Las cotas específicas se detallan en la tabla 1.

- **Cotas Generales:** La altitud en Tambo, Huaytará, en general está situado a una altitud aproximada de entre 3,000 y 3,500 metros sobre el nivel del mar.

- **Levantamiento Topográfico:** Para obtener cotas precisas en el área específica donde se planea construir la planta, incluye las siguientes características:

Tabla 1

Coordenadas y cotas

Punto	Coordenadas		Cota	Descripción
	Este	Norte		
1	624000.00	8460000.00	3100.00	Entrada principal
2	625500.00	8455000.00	3120.00	Área de tratamiento
3	626000.00	8450000.00	3135.00	Zona de almacenamiento
4	623500.00	8445000.00	3090.00	Pozo de agua
5	623000.00	8440000.00	3085.00	Zona de descarga
6	624500.00	8445000.00	3105.00	Instalaciones secundarias
7	625000.00	8465000.00	3080.00	Pozo
8	626500.00	8475000.00	3150.00	Perímetro
9	627000.00	8470000.00	3170.00	Río cercano
10	627500.00	8465000.00	3165.00	Río
11	628000.00	8460000.00	3160.00	Río
12	626000.00	8462000.00	3180.00	Río

La tabla 1, presenta un conjunto de puntos de referencia en una planta de tratamiento de aguas residuales, cada uno identificado por sus coordenadas UTM (Este y Norte) y su cota correspondiente. Estos puntos incluyen áreas clave como la entrada principal, zonas de tratamiento, almacenamiento y pozos, así como la proximidad a ríos cercanos. Las cotas varían entre 3080 y 3180 metros sobre el nivel del mar, lo que es importante para la planificación y diseño de infraestructuras, garantizando un flujo adecuado y evitando problemas de drenaje. La organización de estos datos permite una mejor comprensión y gestión de la planta, asegurando su eficiencia operativa y el cumplimiento de normativas ambientales.

Proponer la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales:

Ubicación Propuesta:

- **Coordenadas Aproximadas:**

En Datum WGS

- **Latitud:** 13.5850° S
- **Longitud:** 74.2600° W

En UTM:

- **Coordenada Norte:** 8450000.00

- **Coordenada Este:** 624500.00

- **Cota:** Aproximadamente 3100 m.s.n.m.

Descripción del Sitio:

- **Topografía:** Terreno con pendiente moderada, adecuado para la instalación de sistemas de drenaje y tratamiento.
- **Proximidad a Fuentes de Agua:** Cercano a un arroyo o río pequeño, con suficiente distancia de fuentes de agua potable.
- **Accesibilidad:** Acceso directo desde una carretera principal, con espacio para el estacionamiento y maniobra de vehículos pesados.
- **Consideraciones Ambientales:** Ubicación en una zona que minimiza el impacto en áreas residenciales y de importancia ecológica, con medidas para controlar la erosión y la escorrentía.

Dimensionar el tamaño de la planta de tratamiento de aguas residuales

Para dimensionar una planta de tratamiento de aguas residuales para una población de 719 habitantes en Tambo, Huaytará - Huancavelica, se tuvo en cuenta los pasos básicos para calcular el tamaño necesario de la planta. Se determinó el caudal de aguas residuales, el tamaño de los componentes principales y el espacio requerido.

ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE AGUAS RESIDUALES PARA UNA POBLACIÓN FUTURA (20 años):

Caudal diario:

Tasa de Generación de Aguas Residuales: Valor promedio de 150 lt por persona * día

Cálculo del caudal diario:

Caudal diario = Población * Tasa de generación

$$= 967 \text{ hab} * 150 \text{ litros/hab/día}$$

Caudal diario = 145.05 m³/día

Caudal Pico:

Se tendrá en cuenta un factor de 2.5 * variabilidad diaria y/o eventos extraordinarios

Caudal pico = Caudal diario * 2.5

Caudal pico = $145.05 \text{ m}^3/\text{día} * 2.5$

Caudal pico = $362.63 \text{ m}^3/\text{día}$

DISEÑO DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA

a) Tratamiento Primario

Tanques de Sedimentación Primaria:

- **Tiempo de Retención:** Aproximadamente 3 horas.
- **Volumen del Tanque:** Calcula el volumen en función del caudal pico y el tiempo de retención.

Volumen del Tanque = Caudal Pico * Tiempo de Retención

Volumen del Tanque = $362.63 \text{ m}^3/\text{día} * 0.125 \text{ días}$

Volumen del Tanque $\approx 45.32 \text{ m}^3$

b) Tratamiento secundario

Sistema de Tratamiento Biológico:

- **Tipos:** Lodos activados, filtros biológicos, etc.
- **Tamaño del Reactor:** Dependiendo del tipo de tratamiento y carga orgánica.

Volumen del reactor biológico:

Tiempo de Retención: Aproximadamente 6 horas (0.25 días) para lodos activados.

Volumen del Reactor = Caudal diario * tiempo de retención

Volumen del Reactor = $145.05 \text{ m}^3/\text{día} * 0.25 \text{ días}$

Volumen del Reactor $\approx 36.26 \text{ m}^3$

c) Tratamiento terciario

Se puede considerar la filtración o sistemas de desinfección (cloración, ozonización).

Área de Deshidratación de lodos

Estimación de Lodos:

Generalmente, los lodos representan aproximadamente 0.3 a 0.6 kg de sólidos secos (SS) por m^3 de agua tratada. Se utilizó un valor intermedio de $0.45 \text{ kg}/\text{m}^3$ para esta estimación.

Producción de Lodos Diaria = Caudal Diario * Producción de Lodos por m^3

= $145.05 \text{ m}^3/\text{día} * 0.45 \text{ kg}/\text{m}^3$

= $65.27 \text{ kg}/\text{día}$

Volumen de lodos diarios

El contenido de sólidos en los lodos puede variar, pero un valor típico es 2% a 5% de sólidos secos.

Se utilizó un contenido de sólidos del 4%.

$$\begin{aligned}\text{Volumen de Lodos Diarios} &= \frac{\text{Producción de Lodos Diaria}}{\text{Densidad de los Lodos}} \\ &= \frac{65.273 \text{ kg/día}}{1.15 \text{ kg/L}}\end{aligned}$$

$$\text{Volumen de Lodos Diarios} = 49.35 \text{ L/día}$$

Convertido a metros cúbicos:

$$\text{Volumen de Lodos Diarios} = 49.35 \text{ L/día} \div 1000$$

$$\text{Volumen de Lodos Diarios} = 0.0493 \text{ m}^3/\text{día}$$

Área requerida:

Dimensiona el área según el método de deshidratación (prensas, lechos de secado, etc.).

ESPACIO REQUERIDO:

Espacio Total

Área Estimada:

- Tratamiento Primario y Secundario: Aproximadamente 40-60 m² para equipos y tanques (esto varía según el diseño específico y la disposición).
- Área de Expansión: Planifica espacio adicional para futuras ampliaciones y mantenimiento.
- Área para tanque de sedimentación:
Área del Tanque de Sedimentación = Volumen del Tanque * 1.5
Área del Tanque de Sedimentación = 45.32 m³ * 1.5
Área del Tanque de Sedimentación = 67.98 m²
- Área para reactor biológico
Área de Reactor biológico = Volumen del reactor * 1.5
Área del reactor biológico = 36.26 m³ * 1.5
= 54.39 m²
- Área de deshidratación de lodos
Área de Deshidratación = 0.0493 m³ * 1.5
= 0.739 m³

- Espacio requerido
 - Área del Tanque de Sedimentación: 67.98 m²
 - Área del Reactor Biológico: 54.39 m²
 - Área de Deshidratación de Lodos: 10-15 m² (para equipos y almacenamiento)
 - Espacio Total Adicional para Operaciones y Expansión: 50-100 m²
 - Total, del espacio requerido = 67.98 m² + 54.39 m² + 15 m² + 75 m² = 212.37 m²

Tabla 2

Dimensionamiento

Componente	Caudal Diario (m³/día)	Caudal Pico (m³/día)	Volumen Aproximado (m³)	Descripción
Tanque de Sedimentación	145.05	362.63	~45.32	Sedimentación primaria
Reactor Biológico	145.05	362.63	~36.26	Tratamiento secundario
Área de Deshidratación	N/A	N/A	~065.27 /día	Deshidratación de lodos
Espacio Total	N/A	N/A	212.37 m ²	Espacio para equipos y expansión

El dimensionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales para una población de 967 habitantes implica diseñar para un caudal diario de aproximadamente 145.05 m³/día y un caudal pico de 362.63 m³/día. Esto incluye dimensionar los tanques de sedimentación, reactores biológicos y áreas de deshidratación de lodos.

PROPUESTA EN LA SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES Y MATERIALES PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

TRATAMIENTO PRIMARIO

Tanques de Sedimentación Primaria:

- **Materiales:**

- Concreto Reforzado: Durable y resistente a la corrosión, ideal para estructuras de tanques grandes.
- Acero Inoxidable: Opcional para componentes internos en contacto con aguas residuales.

- **Diseño:**

- Forma: Cilíndrica o rectangular, con suficiente espacio para sedimentación.
- Equipos: Sistemas de rasquetas para la eliminación de lodos.

- **Dimensiones:** Para un volumen de $\sim 45.32 \text{ m}^3$, se puede considerar tanques con diámetro de 3-4 metros y altura adecuada (3 a 6 metros) dependiendo de la forma.

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Reactores Biológicos: El reactor biológico propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Tambo es un sistema de lodos activados de mezcla completa (*Complete Mix Activated Sludge, CMAS*), seleccionado por su eficiencia, adaptabilidad a pequeñas escalas y cumplimiento con normativas peruanas.

- **Tipo:**

- Lodos Activados: Sistema de aireación para tratar las aguas residuales biológicamente.
- Filtros Biológicos: Alternativa para tratar aguas residuales, especialmente en espacio limitado.

- **Materiales:**

- Concreto Reforzado: Para grandes tanques de aireación.
- Plásticos Especiales: Para medios filtrantes en sistemas de lechos biológicos.
- Acero Inoxidable: Para componentes internos en contacto con el aire.

- **Diseño:**

- Reactores: Deben permitir la aireación y mezcla adecuada.

- **Dimensiones:** Para un volumen de $\sim 36.26 \text{ m}^3$, el reactor puede tener dimensiones de aproximadamente 5x5 metros de superficie con una profundidad de 1.5-2 metros.

Sistema de Aireación:

- **Equipos:**
 - Difusores de Aire: De membrana o piedras de aire para proporcionar oxígeno al sistema.
 - Compresores de Aire: Para suministrar aire a los difusores.

TRATAMIENTO TERCIARIO

Sistemas de Filtración y Desinfección:

- **Filtros de Arena o Carbón Activado:** Para eliminar partículas finas y mejorar la calidad del efluente.
- **Desinfección:**
 - Cloración: Sistemas de dosificación de cloro.
 - Desinfección UV: Lámparas UV para matar patógenos en el efluente.

Materiales:

- Plásticos Especiales y Acero Inoxidable: Para filtros y sistemas de desinfección.

MANEJO DE LODOS: Se requiere los siguientes elementos:

Tanques de Digestión y Deshidratación:

- **Tanques de Digestión:**
 - Materiales: Concreto reforzado o acero inoxidable.
 - Diseño: Espacios cerrados con capacidad para manejar la acumulación de lodos.

Deshidratación de Lodos:

- **Equipos:**
 - Prensas de Filtro: Para eliminar el agua de los lodos.
 - Lechos de Secado: Alternativa para deshidratar lodos.
- **Materiales:**
 - Acero Inoxidable y Plásticos Especiales: Para resistir la corrosión.

INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA

Se requiere estaciones de bombeo con equipos de bombas para aguas residuales para trasladar el flujo entre diferentes etapas. Los materiales deben ser de acero inoxidable y plásticos resistentes

a corrosión. También es necesario los paneles de control para supervisar el funcionamiento de la planta y los sensores para medir parámetros como es pH, oxígeno y sólidos en suspensión.

Realizar cálculos de los componentes del diseño

Para realizar cálculos detallados de los componentes del diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para una población de 719 habitantes en Tambo, Huaytará, es necesario definir los componentes principales y calcular sus dimensiones y capacidades.

a) Cálculo de los componentes del diseño

Tanques de sedimentación primaria

Caudal diario: 145.05 m³/día

Tiempo de retención: 3 horas

Cálculo del volumen del tanque:

Volumen del Tanque = Caudal Diario * Tiempo de Retención

Volumen del Tanque = 145.05 m³/día * 3 horas / 24 horas/día

Se convierte de caudal diario a caudal horario:

$$= 145.05 \text{ m}^3/24 \text{ horas} = 6.043 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Calculando el volumen del tanque:

Volumen del Tanque = Caudal horario * tiempo de retención

Para un tiempo de retención de 3 horas:

Volumen del Tanque = 6.04 m³/hora * 3 horas = 18.12 m³

Dimensiones del tanque:

Forma: Consideraremos un tanque rectangular para simplificar.

Dimensiones Aproximadas: Si el tanque tiene una profundidad de 2 metros

Área de la Base = Volumen del tanque / profundidad

$$\text{Área de la Base} = 18.12 \text{ m}^3 / 2 \text{ m} = 9.06 \text{ m}^2$$

Longitud L = 3 metros

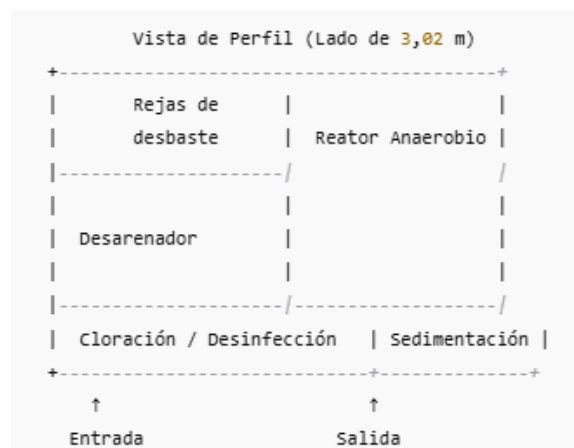
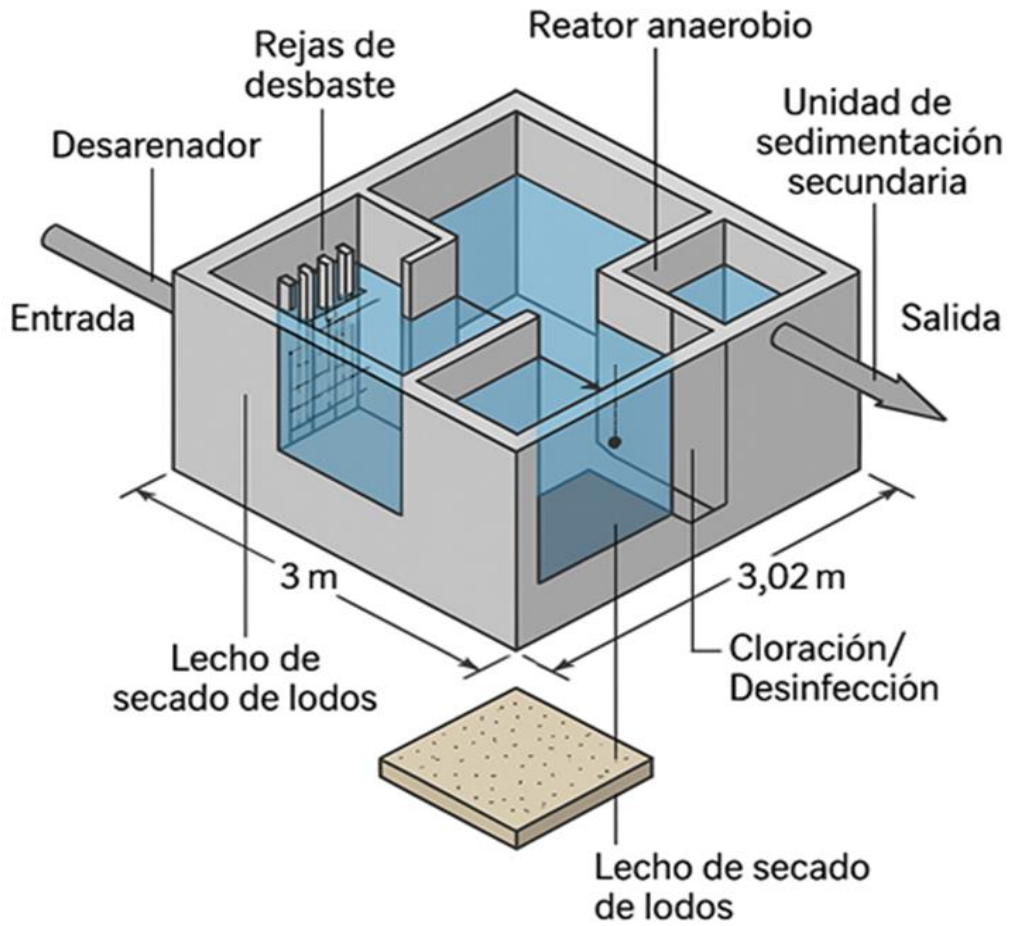
$$\text{Área de la base} = 9.06 \text{ m}^2$$

$$\text{Ancho W} = \text{área de la base}/L; 9.06 \text{ m}^2/3\text{m} = 3.02 \text{ m.}$$

Longitud y Ancho: Dimensiones de 3 metros de largo y 3.02 metros de ancho.

Figura 1

Dimensiones del tanque



b) Reactores biológicos (Lodos activados)

Caudal Diario: 145.05 m³/día

Tiempo de Retención: 6-8 horas (consideraremos 8 horas para el cálculo).

Cálculo del volumen del Reactor: (8 hr = 0.333 días)

Volumen del Reactor = Caudal Diario * Tiempo de Retención

Volumen del Reactor = 145.05 m³/día * 8 horas/24horas/día

Volumen del Reactor = 145.05 m³/día * 0.333/días

Volumen del Reactor = 48.30 m³

Dimensiones del Reactor:

Forma: reactor rectangular

Dimensiones: Con una profundidad de 2 mt

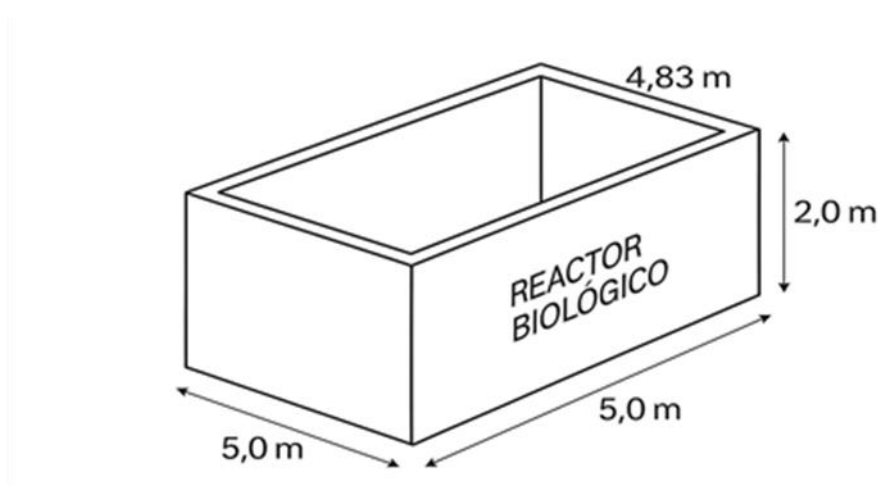
Área de la Base = Volumen del Reactor / profundidad

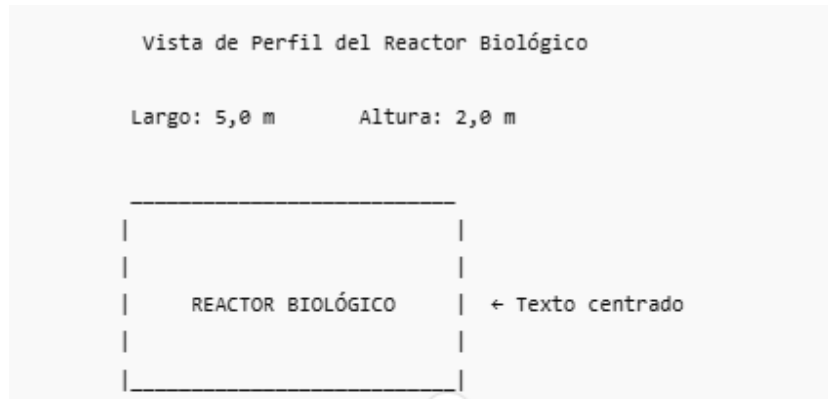
Área de la Base = 48.30 m³ / 2 m = 24.15 m²

Longitud y Ancho: Dimensiones de 5 metros de largo y 4.83 metros de ancho.

Figura 2

Dimensiones del Reactor





Para un reactor biológico con un volumen de 48.30 m³ y una altura de 2 metros, un área de la base de aproximadamente 24 m² es adecuada. Las dimensiones propuestas de 5 metros de largo y 4.83 metros de ancho cumplen con el requerimiento del área de la base, asegurando que el reactor tiene suficiente capacidad para manejar el caudal de aguas residuales.

c) Deshidratación de lodos:

Generación de Lodos: Aproximadamente 0.5-1% del caudal tratado. Se usará 0.75% para el cálculo.

Cálculo de la Cantidad de Lodos Generados:

Lodos Generados = Caudal Diario * Porcentaje de Lodos

Lodos Generados = 145.05 m³/día * 0.0075

Lodos Generados = 1.087 m³/día

Cálculo del espacio para deshidratación

Si utilizamos prensas de filtro para deshidratación, se requiere considerar la capacidad de deshidratación y el espacio para el equipo.

Prensa de filtro:

Si una prensa de filtro puede manejar 0.1 m³/día de lodos, se necesitará al menos:

$$\text{Número de prensas} = \frac{\text{Lodos generados}}{\text{Capacidad de una prensa}}$$

$$\text{Número de prensas} = \frac{1.087 \text{ m}^3/\text{día}}{0.1 \text{ m}^3/\text{día}/\text{prensa}}$$

Número de prensas = 10.87 prensas = 11 prensas de 0.1 m³/día para manejar el volumen de lodos generado.

Área Necesaria para Prensas de Filtro:

Área Aproximada por Prensa: 2 m²

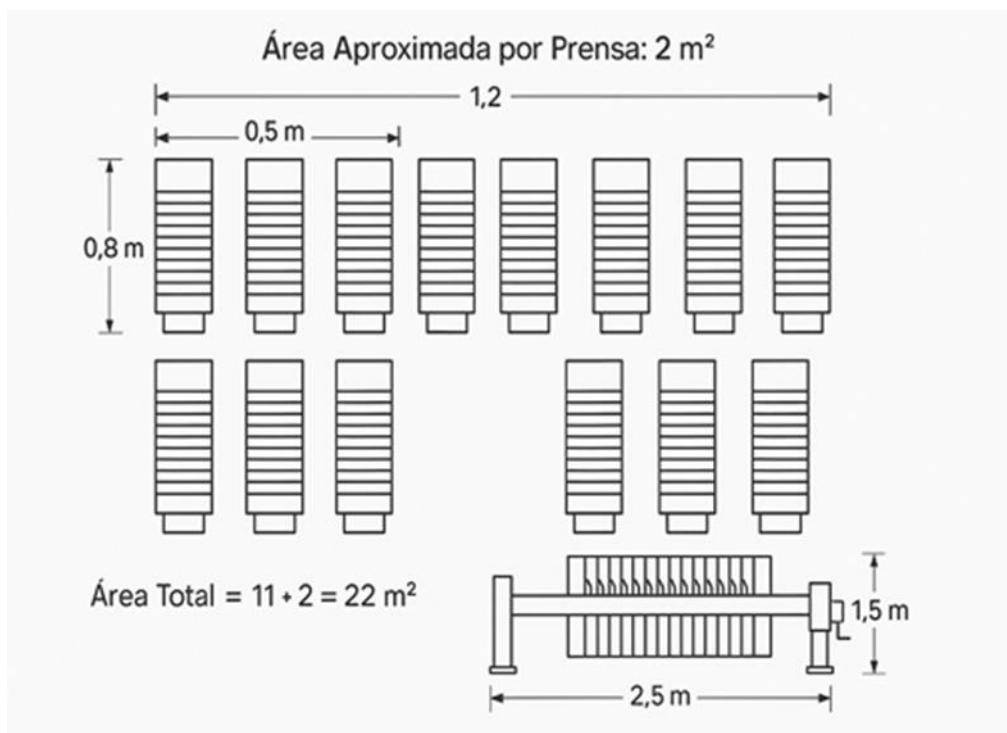
Área Total:

$$\text{Área Total} = \text{Número de prensas} * \text{Área por prensa}$$

$$\text{Área Total} = 11 * 2 = 22 \text{ m}^2$$

Figura 3

Dimensiones del filtro



Vista perfil – Escala 1:50

(Vista lateral de una sola prensa)

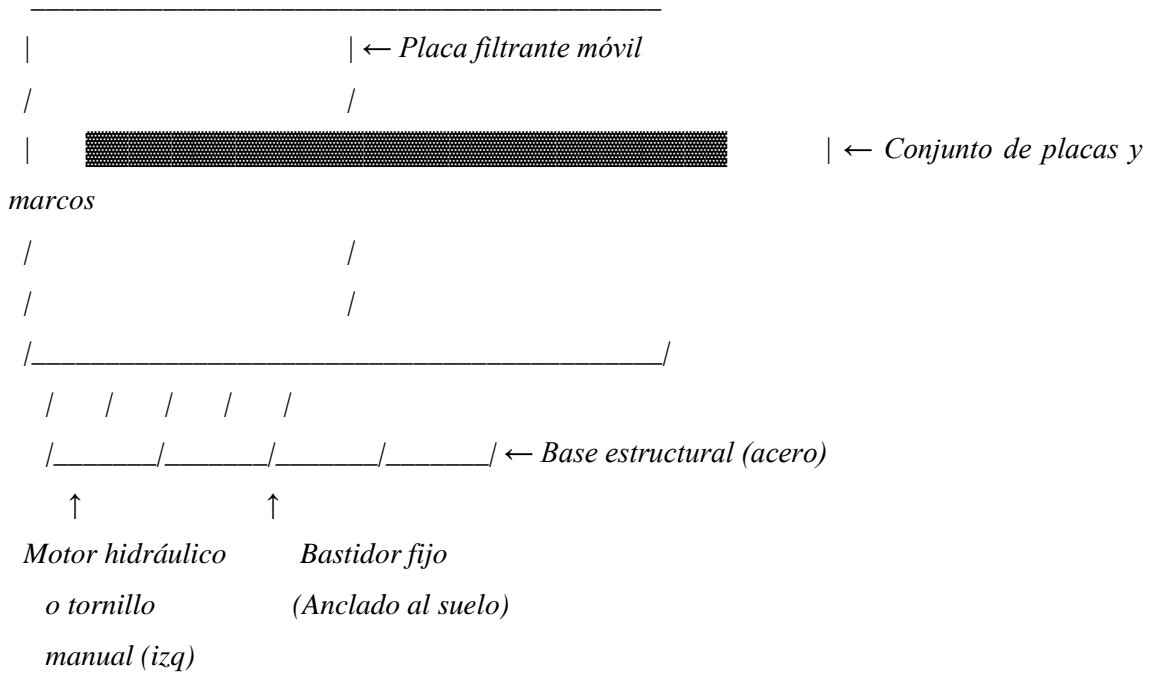


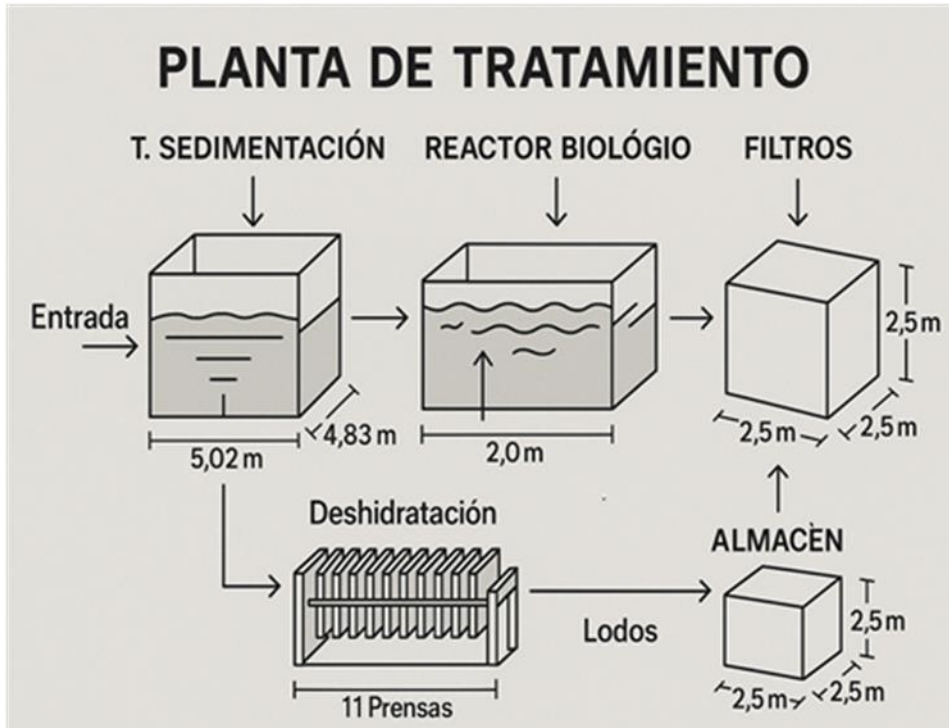
Tabla 3

Componentes y dimensiones

Componente	Dimensiones	Volumen	Área	Descripción
Tanque de Sedimentación Primaria	4.5 m (Largo) x 3.02 m (Ancho) x 3 m (Profundidad)	18.12 m ³	9.06 m ²	Tanque para sedimentación inicial de sólidos.
Reactor Biológico (Lodos Activados)	5 m (Largo) x 4.83 m (Ancho) x 2 m (Profundidad)	36.26 m ³	24.15 m ²	Reactor para tratamiento biológico de aguas residuales.
Área de Deshidratación de Lodos	Largo: (4 prensas * 1.4) + (3 espacios*0.6m) = 7.4m Ancho: (3 filas*1.4m) + (2 espacios*0.6) =5.4m Área total: 7.4m*5.4m=39.96	0.809 m ³ /día.	39.96 m ²	Espacio para la instalación de prensas de filtro para deshidratación de lodos.
Prensa de Filtro	11.4m x 1.4m x 1.8m	39.96 m ²	22 m ²	Cada unidad de prensa utilizada para deshidratación de lodos.

Figura 4

Propuesta del diseño de PTAR



Esta propuesta de diseño final proporciona una visión general de los componentes y su disposición en la planta de tratamiento de aguas residuales para una población de 967 habitantes en Tambo, Huaytará.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los hallazgos de la investigación permitieron hacer comparaciones con otras investigaciones para explicar el fenómeno investigado:

La propuesta de una planta está diseñada para manejar el volumen de aguas residuales generado por 967 habitantes, asegurando que cada componente del sistema, desde la entrada hasta el tratamiento final, esté dimensionado para manejar eficientemente el caudal esperado. El diseño propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales en Tambo está bien fundamentado y adaptado para satisfacer las necesidades de la población actual. Ofrece un tratamiento eficaz, protegiendo la salud pública y el medio ambiente, y está diseñado para ser operativo y sostenible a largo plazo. Con una adecuada gestión y adaptación a posibles desafíos, este diseño puede proporcionar beneficios significativos tanto ambientales como económicos para la comunidad [19]. Este hallazgo trae beneficios económicos potenciales para la comunidad como la reducción de costos asociados con la gestión de aguas residuales y posibles mejoras en la infraestructura local (Tchobanoglous & Burton, 2014) [22]

La propuesta de selección y disposición de las coordenadas para los componentes clave de la planta de tratamiento de aguas residuales aseguran un diseño funcional y eficiente. La consideración de factores ambientales, operativos y de accesibilidad contribuye a la efectividad del sistema de tratamiento, garantizando el cumplimiento de normativas y protegiendo los recursos hídricos locales. La planificación adecuada de la ubicación de cada componente facilita la operación, el mantenimiento y la expansión futura, beneficiando tanto a la comunidad como al entorno [10].

El diseño del diseño y dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito de Tambo se han realizado con un enfoque en la eficiencia operativa y el cumplimiento de los estándares ambientales. La capacidad de los tanques de sedimentación y los reactores biológicos, junto con la adecuada área de deshidratación, garantizan un tratamiento efectivo y sostenible. Estos aspectos no solo cumplirán con los requisitos de tratamiento para la población actual de 967 habitantes, sino que también permitirán la expansión y adaptación futuras. En conjunto, estos elementos ofrecen beneficios significativos tanto a corto como a largo plazo para la comunidad de Tambo, contribuyendo a la protección del medio ambiente y a la mejora de la salud pública [8].

La propuesta de selección y dimensionamiento de los componentes principales de la planta de tratamiento, incluidos el tanque de sedimentación y el reactor biológico, han sido cuidadosamente realizados para garantizar un tratamiento efectivo y sostenible de las aguas residuales. La elección de materiales resistentes como concreto reforzado y acero asegura la durabilidad y el cumplimiento de los requisitos operativos. Además, el área de deshidratación ha sido adecuadamente planificada para manejar el volumen de lodos y permitir futuras expansiones. Estos elementos no solo aseguran un cumplimiento riguroso de los estándares ambientales, sino que también ofrecen una solución confiable para la comunidad de Tambo, mejorando la calidad del agua y protegiendo la salud pública (Davis & Cornwell, 2013) [23].

La propuesta de los cálculos y dimensionamientos de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales han sido realizados con precisión para asegurar un funcionamiento eficiente y efectivo. El tanque de sedimentación y el reactor biológico están dimensionados para manejar los caudales y volúmenes necesarios, mientras que el área de deshidratación está adecuadamente equipada para procesar los lodos generados. Estos elementos del diseño garantizan un tratamiento adecuado de las aguas residuales, cumpliendo con los estándares operativos y ambientales y proporcionando una solución robusta para la comunidad [4].

Las limitaciones del estudio sobre el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales en Tambo incluyen varios factores que pueden impactar su efectividad. En primer lugar, la disponibilidad de datos específicos sobre la calidad del agua y el caudal de aguas residuales es limitada, lo que puede afectar la precisión del diseño. Además, las variaciones en las condiciones climáticas y geográficas locales pueden influir en la operatividad de la planta. También existen restricciones presupuestarias que pueden limitar la implementación de tecnologías avanzadas y el mantenimiento adecuado. Asimismo, cambios en las normativas ambientales pueden afectar los requisitos de diseño y operación, y la aceptación de la comunidad es crucial para el éxito del proyecto. Por último, posibles problemas técnicos imprevistos durante la construcción y operación, junto con la capacidad de la planta para adaptarse al crecimiento poblacional, son aspectos que requieren atención para asegurar la sostenibilidad del proyecto.

V. CONCLUSIONES

La propuesta para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Tambo, adaptada para una población de 967 habitantes, integra componentes esenciales como rejillas de desbaste, tanques de sedimentación y reactores biológicos. Estos elementos son fundamentales para asegurar un tratamiento efectivo de las aguas residuales, lo que mejorará la calidad del efluente y protegerá la salud pública. La revisión bibliográfica respalda la importancia de estos componentes en la reducción de contaminantes y el cumplimiento de estándares ambientales.

La propuesta de ubicación para la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Tambo se basa en la determinación de coordenadas específicas para sus áreas clave, como la entrada principal (Este 624000.00, Norte 8460000.00, Cota 3100.00 m), el área de tratamiento (Este 625500.00, Norte 8455000.00, Cota 3120.00 m), la zona de almacenamiento (Este 626000.00, Norte 8450000.00, Cota 3135.00 m) y el pozo de agua (Este 623500.00, Norte 8440000.00, Cota 3090.00 m). La revisión bibliográfica permitió identificar los datos en la planificación de la planta de tratamiento.

Se propone el dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en Tambo para asegurar un funcionamiento efectivo y sostenible. El diseño incluye un Tanque de Sedimentación que maneja un caudal diario de 145.05 m³/día, con picos de 362.63 m³/día y un volumen de 45.32 m³, garantizando una adecuada sedimentación. También se incorpora un Reactor Biológico de 36.26 m³ para la biodegradación de contaminantes, y un área de deshidratación con capacidad de 0.0493 m³/día, junto con un espacio de 212.37 m² para equipos y expansiones futuras. Este enfoque asegura la eficiencia operativa y el cumplimiento de estándares ambientales, beneficiando a la comunidad a corto y largo plazo.

VI. RECOMENDACIONES

Implementar un Programa de Mantenimiento Regular para la realización de inspecciones y mantenimientos periódicos en todos los componentes, incluidos rejillas de desbaste, tanques de sedimentación y reactores biológicos, para mantener la eficiencia operativa y prevenir fallos.

Optimizar el acceso a la entrada principal con acceso vehicular adecuado y señalización para facilitar la operación y mantenimiento y lograr la máxima eficiencia operativa.

Se recomienda realizar una revisión periódica del diseño hidráulico para asegurar que el sistema pueda manejar variaciones en el caudal sin comprometer el rendimiento. Se recomienda implementar un sistema de manejo de lodos que permita una operación continua y minimice el impacto ambiental, considerando opciones para el reciclaje o disposición adecuada de los lodos deshidratados.

Utilizar materiales resistentes como concreto reforzado y acero para garantizar la durabilidad y resistencia a condiciones operativas severas. Realiza inspecciones periódicas para detectar signos de desgaste o corrosión.

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] C. A. L. Enrique, «Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Tingo la Esperanza,» Universidad Central del Ecuador, Quito, 2018.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15372/1/T-UCE-0011-IC353-2018.pdf>
- [2] L. J. Galeano Nieto y V. D. Roja Ibarra, Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Agua Residual por Zanjón de Oxidación para el Casco Urbano del Municipio de Vélez – Santander, Universidad Católica De Colombia, Colombia, 2016.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13930/4/propuesta%20de%20dise%203%91o%20de%20una%20ptar%20para%20el%20municipio%20de%20velez%20-santander..pdf>
- [3] V.H. Faican. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales de las descargas de un Centro Comercial de la ciudad de Quito. (Tesis de titulación) Universidad Indoamérica.
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/5530/1/FAICAN%20CORDERO%20VICTOR%20HUGO.pdf>
- [4] S.F Reyes y T.V. Vargas. Diseño hidráulico del Sistema de tratamiento de aguas residuales para la escuela de Puerta Blanca en el Municipio de Flandes, Tolima. (Tesis de grado) Universidad Piloto de Colombia.
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/12736/Tercera%20entree%20proyecto%20de%20grado%2011-05-23%202.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [5] R.F. Amaguaña. Evaluación del funcionamiento de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del sector La Merced de La Parroquia Píllaro perteneciente al Cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tugurahua. (Tesis de titulación). Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38074>
- [6] T. G. André, «Diseño y análisis ambiental de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huaraz,» Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima, Perú , 2018.
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1764/MAYOR_ED_GARDO_PLANTA_AGUAS_RESIDUALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [7] C. A. H. Nolasco, Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales

en el barrio el Milagro-Huaraz-Ancachs, Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2018.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26755/Hidalgo_NCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- [8] I. Alfaro. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad campesina de Llaspay, distrito de Huanquite, provincia de Paruro, región Cusco – 2021. (Tesis de titulación) Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12305/4/IV_FIN_107_TE_Alfaro_Nina_2022.pdf
- [9] J. Villar. Evaluación de la Planta de Tratamiento de aguas residuales N° 02 de la ciudad de Cajabamba – Cajamarca (Tesis de titulación). Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5874>. https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9882/PazGarcia_A%20-%20RuizValderrama_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [10] L.M Hilari. Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para el distrito de Hunter – Arequipa, 2022 (Tesis de titulación) Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/112639/Hilari_PLM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [11] OEFA, Fiscalización ambiental en aguas residuales, Fiscalización ambiental en aguas residuales, Lima, 2014. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- [12] CAJIGAS, A. Ingeniería de aguas residuales - Tratamiento, vertido y reutilización. Online. 1995. Vol. I. Available from: <https://civilmas.net/libros/ingenieria-de-aguasresiduales-metcalf-eddy/>
- [13] QUIVERA. El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible. Online. 2012. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/401/40123894005.pdf>

VIII.- ANEXOS

ANEXO N° 01: PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN TAMBO - HUAYTARÁ

1. Introducción

Se propone el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito de Tambo, con el objetivo de atender a una población de 719 habitantes. Este diseño incluye componentes clave como rejillas de desbaste, tanques de sedimentación y reactores biológicos, garantizando un tratamiento efectivo y mejorando la calidad del efluente, así como protegiendo la salud pública.

2. Ubicación de la Planta

- Entrada principal: Coordenadas Este 624000.00, Norte 8460000.00, Cota 3100.00 m.
- Área de tratamiento: Coordenadas Este 625500.00, Norte 8455000.00, Cota 3120.00 m.
- Zona de almacenamiento: Coordenadas Este 626000.00, Norte 8450000.00, Cota 3135.00 m.
- Pozo de agua: Coordenadas Este 623500.00, Norte 8445000.00, Cota 3090.00 m.

La ubicación ha sido seleccionada teniendo en cuenta la proximidad a cuerpos de agua cercanos, asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales.

3. Dimensionamiento de la Planta

Se ha realizado un dimensionamiento adecuado de los componentes principales, garantizando un funcionamiento efectivo y sostenible:

- Tanque de Sedimentación:
 - Capacidad: 107.85 m³/día, con picos de hasta 188.73 m³/día.
 - Volumen aproximado: 23.59 m³.
- Reactor Biológico:
 - Volumen: 26.96 m³, diseñado para la biodegradación de contaminantes orgánicos.
- Área de Deshidratación:
 - Volumen para deshidratación de lodos: 0.0422 m³/día.
 - Espacio requerido: 165.83 m², para equipos y futuras expansiones.

4. Selección de Componentes

Los componentes seleccionados han sido dimensionados y diseñados para asegurar su eficacia:

- Tanque de Sedimentación y Reactor Biológico: Fabricados con materiales resistentes, como concreto reforzado y acero.
- Área de Deshidratación: Equipos optimizados para la deshidratación de lodos, garantizando la capacidad necesaria para operaciones y expansiones futuras.

5. Cálculos de Componentes

Los cálculos específicos son los siguientes:

- Tanque de Sedimentación: Volumen total de 23.59 m³.
- Reactor Biológico: Volumen total de 26.96 m³.
- Área de Deshidratación: Espacio total de 165.83 m², suficiente para un manejo eficiente de lodos.

6. Conclusiones

El diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales en Tambo representa una solución integral para la gestión de aguas residuales. Se espera que esta planta contribuya significativamente a la salud pública y al medio ambiente, ofreciendo beneficios tanto a corto como a largo plazo. La propuesta enfatiza la sostenibilidad y el cumplimiento normativo, asegurando la eficacia operativa del sistema.

7. Recomendaciones

- Monitoreo continuo: Implementar un sistema de monitoreo para evaluar el desempeño de la planta.
- Capacitación del personal: Formar al personal en la operación y mantenimiento de los equipos para garantizar la sostenibilidad del sistema.
- Evaluación periódica: Realizar evaluaciones ambientales periódicas para asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes.

ANEXO N° 02: Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	Hipótesis
<p>General: ¿Cuál es la propuesta del diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito Tambo?</p> <p>Específicos: P1 ¿Cuál es la propuesta de ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales? P2. ¿Cuál es la propuesta del dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales? P3. ¿Cuáles son los componentes propuestos y materiales para la planta de tratamiento de aguas residuales?</p>	<p>General: Proponer el diseño una planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito Tambo</p> <p>Específicos: O1. Proponer la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales O2. Dimensionar el tamaño de la planta de tratamiento de aguas residuales O3. Proponer la selección de los componentes y materiales para la planta de tratamiento de aguas residuales</p>	<p>No aplica por tratarse de un estudio nivel I y II.</p>

ANEXO 02: POBLACIÓN DEL CENSO

UBIGEO	DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	POBLACIÓN CENSADA	POBLACIÓN TOTAL
090411	SANTA ANA	863	944
090412	TANTARA	648	684
090413	TICRAPO	1 481	1 560
090500	CHURCAMP	32 538	34 549
090501	CHURCAMP	5 088	5 403
090502	ANCO	5 368	5 775
090503	CHINCHIHUASI	1 979	2 078
090504	EL CARMEN	2 429	2 548
090505	LA MERCED	1 078	1 131
090506	LOCROJA	3 372	3 519
090507	PAUCARBAMBA	4 346	4 678
090508	SAN MIGUEL DE MAYOCC	745	788
090509	SAN PEDRO DE CORIS	3 445	3 573
090510	PACHAMARCA	1 856	1 972
090511	COSME	2 832	3 084
090600	HUAYTARA	17 247	18 390
090601	HUAYTARA	2 146	2 288
090602	AYAVI	745	805
090603	CORDOVA	1 005	1 062
090604	HUAYACUNDO ARMA	448	468
090605	LARAMARCA	845	883
090606	OCOYO	812	865
090607	PILPICHACA	2 758	2 975
090608	QUERCO	1 032	1 094
090609	QUITO-ARMA	686	728
090610	SAN ANTONIO DE CUSICANCHA	1 358	1 438
090611	SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO	920	955
090612	SAN ISIDRO	1 054	1 108
090613	SANTIAGO DE CHOCORVOS	1 671	1 818
090614	SANTIAGO DE QUIRAHUARA	376	396
090615	SANTO DOMINGO DE CABILLAS	724	788
090616	TAMBO	667	719

Fuente: INEI (2017)

ANEXO 03: COTAS Y COORDENADAS

Punto	Coordenadas		Cota	Descripción
	Este	Norte		
1	624000.00	8460000.00	3100.00	Entrada principal
2	625500.00	8455000.00	3120.00	Área de tratamiento
3	626000.00	8450000.00	3135.00	Zona de almacenamiento
4	623500.00	8445000.00	3090.00	Pozo de agua
5	623000.00	8440000.00	3085.00	Zona de descarga
6	624500.00	8445000.00	3105.00	Instalaciones secundarias
7	625000.00	8465000.00	3080.00	Pozo
8	626500.00	8475000.00	3150.00	Perímetro
9	627000.00	8470000.00	3170.00	Río cercano
10	627500.00	8465000.00	3165.00	Río
11	628000.00	8460000.00	3160.00	Río
12	626000.00	8462000.00	3180.00	Río

ANEXO 04: Imagen Tambo - Huaytará



<https://maps.app.goo.gl/d6u1o5d8QAH1Mz1GA>