



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA
PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHON PAUL QUISOCCALA HILARI

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

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA
PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHON PAUL QUISOCCALA HILARI

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

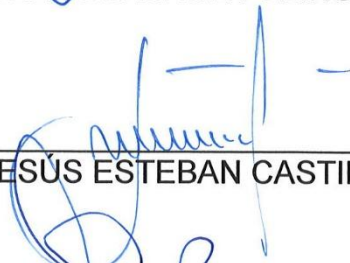
PRESIDENTE

: 
Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

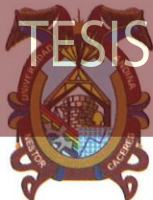
ASESOR DE TESIS

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



TESIS UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1374-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 28 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 10190 presentado por el (la) Bachiller: **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTICULO TERCERO . - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : lunes 03 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 15:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
C.I.P. 32730

cc.
Archivo
interesado (a)



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1092-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 7740, presentado por el señor (a) **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 416-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 760-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulada: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI** no tiene vínculo laboral en la facultad de Ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 416-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 760-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulada: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, designado al señor (a): **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, se le asigna como:

ASESOR: Mgtr. **SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente Mgtr. **SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

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



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 760-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 24 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 5633 por el señor (a): **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 562- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 031 - 2025 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación MSc. **Jesús Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 031 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 416-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 3169, presentado por el señor (a) **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 306-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 023 -2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 023 -2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **JHON PAUL QUISOCCALA HILARI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



JHON PAUL QUISOCCALA HILARI

PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGA...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:543422914

Fecha de entrega

28 dic 2025, 20:27 GMT-5

Fecha de descarga

28 dic 2025, 20:37 GMT-5

Nombre del archivo

T036_73878018_T.docx

Tamaño del archivo

29.6 MB

126 páginas

13.350 palabras

77.268 caracteres



12% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JHON PAUL QUISOCCALA HILARI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73878018
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-3961-9205
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8660-8733
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Saneamiento Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Melgar Distrito: Ayaviri Coordenadas: Latitud: 15°24'27"S Longitud: 70°07'37"O URL Maps: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1HHGPTzAOA4l6AjJoDXrBZxr5FsxIX3g&usp=sharing 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 - Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JHON PAUL QUISOCCALA HILARI, identificado con DNI
Nro. 73878018, en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

"INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL"

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

"PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA
LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025"

Asesorado por: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 11 de NOVIEMBRE del 2025

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

A Dios por guiar mis pasos cada día,
a mis padres Juan y María por su
apoyo incondicional y todas las
personas por motivarme a seguir
adelante.



AGRADECIMIENTO

A la UANCV por brindarnos la
oportunidad de concretar esta
linda carrera.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1.1. Problema general o pregunta general	3
1.1.2. Problemas específicos	3
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.2.3. Justificación del estudio.....	4
1.3. HIPÓTESIS.....	4
1.3.1. Hipótesis general	4
1.3.2. Hipótesis específica	4
1.4. VARIABLES	5
1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	5



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.2. BASES TEÓRICAS.....	10
2.1.1. Aguas Residuales Municipales.....	10
2.1.2. Características de las Aguas Remanentes	11
2.1.3. Tratamiento de las Aguas Residuales.....	12
2.1.4. Principios de Diseño de una P.T.A.P.	13
2.1.5. Caracterización del agua cruda y definición de las normas de vertimiento.	14
2.1.6. Diseño conceptual de los sistemas de tratamiento de líquidos remanente.....	17
3.2.5 Niveles y procesos de tratamiento de aguas residuales.....	30
2.3. MARCO CONCEPTUAL	32

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	39
3.3. PROCEDIMIENTOS	40
3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA	44

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y CÁLCULOS

4.1. POBLACION DE DISEÑO	45
4.2. CAUDAL DE DISEÑO.....	45
4.3. CARACTERIZACION FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO.....	47



4.4. BALANCE DE MASAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TENOLOGIAS	48
4.5. PREDIMENSIONAMIENTO DE PTAR	52
4.5.1. DISEÑO CANAL DE INGRESO	52
4.5.2. DISEÑO DE DESARENADOR	58
4.5.3. CANAL PARSHAL	63
4.5.4. DISEÑO DE TANQUE IMHOFF	67
4.5.5. DISEÑO DE LECHO DE SECADO	73
4.5.6. DISEÑO DE FILTRO PERCOLADOR	76
4.5.7. DISEÑO DE CAMARA DE CLORO	77
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS	87



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operaciones unitarias aplicables al tratamiento de aguas residuales.	18
Tabla 2. Aplicaciones de los procesos químicos unitarios en el tratamiento de las aguas residuales	22
Tabla 3. Principales procesos biológicos Aerobios utilizados en el tratamiento del agua residual.....	25
Tabla 4. Principales procesos biológicos Anoxicos - Anaerobios Anoxico utilizados en el tratamiento del agua residual	26
Tabla 5. Determinación de caudales in-situ.....	41
Tabla 6. parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos para la caracterización de aguas residuales	42
Tabla 7. Matriz de consistencia para el trabajo de investigación.	44
Tabla 8. Distribución horaria de caudal del afluente	46
Tabla 9. Caracterización fisicoquímico y bacteriológico.....	48
Tabla 10. Parámetros de referencia para el balance de masas de la PTAR	48
Tabla 11. Balance de masas del tratamiento primaria para la propuesta de la PTAR.....	49
Tabla 12. Balance de masas del tratamiento secundario para la propuesta de la PTAR	50
Tabla 13. Balance de masas para el control microbiológico para la propuesta de la PTAR.....	51
Tabla 14. Balance masas para la selección de procesos y operaciones unitarias de la propuesta de la PTAR	52



Tabla 15. Valores requeridos para el diseño del canal de ingreso a la PTAR	
.....	52
Tabla 16. Parámetros requeridos para el diseño del canal de ingreso según normativa peruana	
.....	53
Tabla 17. Criterios propios de diseño del canal de ingreso.	53
Tabla 18. Cálculo de la eficiencia de barras para el diseño de cámara de rejillas.	
.....	53
Tabla 19. Cálculo del canal de cribas y/o rejillas.	54
Tabla 20. Cálculo de la pérdida de carga de la cámara de rejillas.	55
Tabla 21. Cálculo de la altura máxima de las rejillas y/o cribas.	55
Tabla 22. Cálculo de la longitud horizontal total del canal de cribas.	56
Tabla 23. Cálculo de la longitud de transición de la cámara de rejillas.	56
Tabla 24. Cálculo del material total de cribado	56
Tabla 25. Cálculo de las dimensiones del vertedero.	57
Tabla 26. Parámetros básicos considerados para el diseño del desarenador	
.....	58
Tabla 27. Parámetros considerados para el diseño del desarenador de la propuesta de la PTAR.	59
Tabla 28. Criterios propios para el diseño del desarenador de la propuesta de la PTAR	59
Tabla 29. Cálculo de del ancho del canal del desarenador de la propuesta de la PTAR.	60
Tabla 30. Cálculo de la longitud del desarenador de la propuesta de la PTAR.	
.....	60



Tabla 31. Calculo de la pendiente del canal del desarenador de la propuesta de la PTAR.....	61
Tabla 32. Cálculo de la longitud de la zona de transición del desarenador de la propuesta de la PTAR.....	61
Tabla 33. Parámetros de diseño considerados para el canal parshal de la propuesta de la PTAR.....	63
Tabla 34. Cálculo de la garganta del canal parshall de la propuesta de la PTAR	63
Tabla 35. Cálculo de la garganta del canal parshal de la propuesta de la PTAR	64
Tabla 36. Calculo de la altura a diferentes caudales del canal parshal	64
Tabla 37. Calculo del resalto del canal parshall	65
Tabla 38. Dimensionamiento del canal parsharl.....	65
Tabla 39. Parámetros de diseño para el diseño del tanque Imhoff.....	67
Tabla 40. Cálculo de la Zona del sedimentador y zona de digestión del tanque Imhoff la propuesta de la PTAR.....	67
Tabla 41. Cálculo del Volumen de sedimentador	68
Tabla 42. Cálculo de la altura del sedimentador del tanque Imhoff	68
Tabla 43. Cálculo de la Zona de espuma del tanque Imhoff.....	69
Tabla 44. Dimensionamiento de la cámara de digestión del Tanque Imhoff	70
Tabla 45. Cálculo del Volumen total de digestión del tanque de Imhoff	70
Tabla 46. Calculo de los Volúmenes de finales del tanque Imhoff.....	71
Tabla 47. Vista en Planta del Tanque Imhoff	72
Tabla 48. Vista en Corte del Tanque Imhoff.....	71



Tabla 49. Valores requeridos para el diseño del lecho secado de la propuesta de la PTAR.....	73
Tabla 50. Parámetros requeridos para el diseño del Lecho se secado de la PTAR.....	73
Tabla 51. Calculo del Volumen diario de lodo de la propuesta del lecho se secado.....	74
Tabla 52. Parámetros de diseño para el redimensionamiento del filtro percolador de la propuesta de la PTAR.....	76
Tabla 53.Parámetros de diseño para el redimensionamiento de la cámara de contacto de cloro.....	77
Tabla 54. Parámetros Microbiológicos requequeridos para el diseño de la cámara de contacto de cloro.....	77
Tabla 55. Calculo de numero de espacios de recorrido de la cámara de contacto de cloro.....	77



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución horaria de caudal de afluente	47
Figura 2. Dimensionamiento de la cámara de rejillas de la propuesta de la PTAR – Vista en planta	57
Figura 3. Dimensionamiento de la cámara de rejillas de la propuesta de la PTAR – Vista en corte	58
Figura 4. Dimensionamiento del desarenador de la propuesta de la PTAR – Vista en planta	62
Figura 5. Dimensionamiento del desarenador de la propuesta de la PTAR – Vista en corte	62



RESUMEN

El análisis se desembolvió bajo un enfoque de investigación aplicada, orientado a proponer soluciones para la reducción y el procesamiento de las aguas remanentes que afectan la oquedad del lago Titicaca y el cauce del río Ayaviri.

Se valoraron diversos indicadores microbiológicos y físico-químicos, entre ellos: temple, pH, sólidos suspendidos totales, grasas y aceites, fosfatos, nitratos, DQO, DBO y coliformes fecales. Para la obtención de los indicadores de diseño, se efectuaron muestreos en el punto de ingreso de la PTAR existente de Ayaviri, localizada en los ejes UTM zona 19L: 330251.47 m E y 8353026.44 m S. Las muestras fueron trasladadas bajo cadena de custodia al resinto de Condicion Ambiental de la UANCV. Los análisis mostraron concentraciones que exceden los LMP precisados en el D.S. N.º 003-2010-MINAM.

Con estos resultados se efectuó el balance de masas, con el fin de establecer el nivel de procesamiento requerido para cumplir con los ECA de clase 3: agua destinada al regadio de cultivos de tallo corto.

Para la propuesta de la nueva PTAR, se tomaron como referencia los niveles de tratamiento establecidos en la OS.090 "PTAR del D.S. N.º 022-2009. En base a ello, se definieron los procesos y operaciones unitarias necesarios, conformados por: un canal de ingreso, un desarenador, un canal Parshall, seis tanques Imhoff, seis lechos de secado, seis filtros percoladores y una cámara de contacto con cloro. La incorporación de estas unidades permitirá reducir significativamente las concentraciones de contaminantes del afluente, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente.



El sistema propuesto permitirá obtener valores tratados de 11.61 mg/L de DBO₅, 0.89 mg/L de sólidos en suspensión, 1.96×10^3 NMP/100 mL de col. termotolerantes y 7 mg/L de oxígeno disuelto, asegurando así la viabilidad del reúso del agua procesada para el riego de cultivos de tallo corto.

Palabras clave: Diseño hidráulico, Tratamiento de aguas residuales, DQO, DBO.



ABSTRACT

The analysis was carried out using an applied research approach, aimed at proposing solutions for the reduction and treatment of residual water affecting Lake Titicaca and the Ayaviri River.

Various microbiological and physical-chemical indicators were assessed, including: temperature, pH, total suspended solids, fats and oils, phosphates, nitrates, COD, BOD, and fecal coliforms. To obtain the design indicators, samples were taken at the point of entry of the existing Ayaviri WWTP, located at UTM zone 19L: 330251.47 m E and 8353026.44 m S. The samples were transferred under chain of custody to the UANCV Environmental Conditioning Center. The analyses showed concentrations exceeding the MPCs specified in Supreme Decree No. 003-2010-MINAM.

Based on these results, a mass balance was performed to establish the level of treatment required to comply with Class 3 ECA: water intended for irrigation of short-stem crops.

For the new WWTP proposal, the treatment levels established in OS.090 "WWTP of D.S. No. 022-2009" were taken as a reference. Based on this, the necessary processes and unit operations were defined, consisting of: an inlet channel, a sand trap, a Parshall flume, six Imhoff tanks, six drying beds, six trickling filters, and a chlorine contact chamber. The incorporation of these units will significantly reduce the concentrations of pollutants in the effluent, ensuring compliance with current regulations.

The proposed system will achieve treated values of 11.61 mg/L of BOD₅, 0.89 mg/L of suspended solids, 1.96×10^3 NMP/100 mL of thermotolerant



coliforms, and 7 mg/L of dissolved oxygen, thus ensuring the viability of reusing the treated water for irrigating short-stem crops.

Keywords: Wastewater treatment, hydraulic design, DBO, DQO.

INTRODUCCIÓN

La depuración de las aguas remanentes en entornos urbanos constituye un desafío de escala global y es un componente crítico para el resguardo de la salubridad pública y la integridad de los ecosistemas. En el marco del Día Mundial del Agua, Guy Ryder, director de ONU-Agua, enfatizó que los efluentes remanentes representan un recurso estratégico, particularmente frente al incremento sostenido de la demanda hídrica y la creciente escasez de H₂O apta para ingesta humana.

Durante las últimas décadas, las extracciones y el consumo de H₂O dulce han superado de forma sistemática la capacidad natural de recarga de los sistemas hídricos. Esta sobreexplotación ha generado efectos adversos significativos, entre ellos la pandemia de males de origen hídrico, la migración forzada de poblaciones afectadas y la intensificación de conflictos socioambientales en diversas regiones del mundo.

Sin embargo, (RETEMA, 2020), a nivel mundial, cerca del 80 % de las aguas remanentes generadas en entornos urbanos se liberan sin ningún proceso de procesamiento, lo que representa una preocupación ambiental considerable. En América Latina, esta realidad es aún más crítica, ya que la descarga de efluentes sin depuración constituye la principal causa de polución de recursos del H₂O de la región.

La brecha en el procesamiento de aguas remanentes entre los diferentes grupos de países es marcada: las naciones de bajos ingresos solo tratan cerca del 8% de sus efluentes, en tanto que las patrias de accesos medios alcanzan aproximadamente el 38% y los de ingresos altos alrededor del 70%. No obstante, algunos países de la región han mostrado avances significativos en



saneamiento y prácticas de reutilización. México, Brasil y Uruguay presentan tasas de reutilización superiores al 50%, mientras que Chile sobresale por depurar prácticamente la totalidad de sus aguas remanentes.

Según el (SINIA, 2022), en el Perú persiste una limitación significativa en el procesamiento de los efluentes líquidos, ya que una parte considerable de estos es descargada sin ningún tipo de depuración, generando polución en las entidades de H₂O y afectando directamente la salubridad pública. Esta situación se explica por la presencia de infraestructura obsoleta, deficiencias en las operaciones y la preservación de las plantas de procesamiento, insuficiencia de recursos financieros y vacíos normativos vinculados con el reúso de aguas remanentes.

En consecuencia, se producen impactos ambientales adversos entre ellos, la degradación de la calidad del agua y riesgos sanitarios e incluso, en determinados contextos, el colapso de los sistemas de *procesamiento* existentes.

En ambos lados de la frontera entre Bolivia y Perú, el lago Titicaca presenta un grave problema de polución por descargas líquidas remanentes. Esta situación está asociada a la ausencia de procesos adecuados para el manejo de aguas servidas municipales, a las gestiones deficientes de restos sólidos, a las diligencias extractivas y al deterioro de la infraestructura sanitaria existente. Urbes como Puno y Juliaca evacúan sus efluentes directamente hacia el lago o a los cursos de agua que lo alimentan, intensificando los procesos de eutrofización y generando riesgos significativos para la salud de las poblaciones locales, además de afectar la integridad ecológica del ecosistema lacustre.



Por ello, resulta indispensable implementar sistemas efectivos de control y *procesamiento* de efluentes en todas las localidades rurales y urbanas de la cuenca del Titicaca.

En esa misma línea, (Mamani, 2023) señala que en Ayaviri las aguas remanentes procedentes de diligencias municipales y productivas son descargadas al afluente Ayaviri sin un procesamiento adecuado. Un estudio realizado en 2023 evidenció que la PTAR de Ayaviri registró concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST) de 1379,50 mg/L y valores de DQO de 416,15 mg/L, los cuales exceden los límites máximos permisibles señalados por la norma vigente.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El H₂O constituye un recurso de vital importancia que está integrado en la existencia del ser humano, destinándose a múltiples fines como el abastecimiento, la higiene corporal, el esparcimiento y el turismo, entre otros.

El líquido de suministro hogareño, tras su uso, se transforma en un compuesto que contiene elevados niveles de material orgánico, gérmenes dañinos, elementos metálicos pesados, partículas en suspensión, sustancias vaporizables y otros componentes que, al ser vertidos a la red de desagüe sin un proceso de depuración previo, ocasionan un daño al medio ambiente. Frecuentemente, estos efluentes son descargados en un afluente natural, modificando sus características y generando dificultades ecológicas de tal magnitud que el recurso hídrico queda inservible.

En el territorio peruano se registran 143 PTAR, de las cuales únicamente el 4.9% (siete instalaciones) funcionaban con rendimiento adecuado, evidenciando una carencia en la supervisión, seguimiento operativo y aplicación de metodologías de procesamiento más eficientes. El mismo documento señala que, como la Dirección General de Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos, los cauces fluviales de Loreto, Piura, Pasco, Arequipa, Moquegua, Puno, Ucayali y Madre



de Dios presentan contaminación por vertidos de aguas remanentes urbanas sin depurar. (Villanueva, 2017)

En la región de Puno operan actualmente cinco Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS): EMSAPUNO S.A., SEDA JULIACA S.A., EMAPAY SRL, EPS NORPUNO S.A y EPS AGUAS DEL ALTIPLANO SRL, las cuales atienden a una población de 1'389,684 habitantes (censo 2013) distribuidos en trece provincias. Según el Instituto Peruano de Economía (IPE) para el año 2012, la cobertura de servicios era de 63.2% en agua potable y 41.0% en alcantarillado. De acuerdo con investigaciones del PNUMA, en la región de Puno se ubican más de veinte lagunas de estabilización distribuidas en diversas localidades. Para el año 2018, esta tecnología resultaba ya insuficiente para el volumen de agua a tratar, presentando diversas problemáticas: algunas unidades colapsadas y otras con graves fallas operativas debido a que reciben cargas superiores a sus caudales de diseño y a la ausencia de programas de mantenimiento. En consecuencia, todas las aguas remanentes generadas por la población son descargadas directamente a la Cuenca del lago Titicaca y a otros cuerpos de agua a través de los ríos, por tratarse de una cuenca endorreica. (Chambi, 2019)

El río Ayaviri se localiza en la subcuenca Santa Rosa - Ayaviri - Pucará, zona que presenta 21 descargas de efluentes de origen municipal, minero e industrial, además de tres depósitos de residuos sólidos urbanos. Los análisis de calidad del agua superficial en los ríos Llallimayo, Santa Rosa, Ayaviri y Pucará determinan que las aguas del Ayaviri muestran contaminación por manganeso (Mn) y arsénico (As), mientras que en el sector aguas arriba, antes de la formación del

rio, se registra una alta concentración de sodio (Na). (Autoridad Nacional de Agua, 2018)

La localidad de Ayaviri posee una planta depuradora de aguas remanentes ineficiente, que produce emanaciones fétidas causando molestias en los habitantes, siendo esta problemática el motivo de investigación del presente estudio desde un enfoque general.

1.1. PLANTEAMIENTO del problema

1.1.1. Problema general o pregunta general

¿Cuál es la propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales para la capital de la Provincia de Melgar Puno 2025?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es caudal de diseño?
- ¿Cuál es la Caracterización de las aguas residuales?
- ¿Qué tipo de tratamiento preliminar, primario, secundario se requieren?
- ¿Qué métodos de dimensionamiento se aplican?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general.

Proporcionar una propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales para la capital de la Provincia de Melgar Puno 2025

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar el caudal de diseño.
- Determinar la Caracterización de las aguas residuales.
- Determinar el Nivel de tratamiento preliminar, primario, secundario y terciario

- Aplicar los métodos de dimensionamiento. Calcular el predimensionamiento del tratamiento preliminar, primario, secundario y terciario.

1.2.3. Justificación del estudio

1.2.3.1. Justificación Práctica

El actual trabajo de tesis ayudará a ejecutar un estudio de las diversas unidades de procesamiento de aguas remanentes para solucionar la problemática de las aguas remanentes domésticas y mejorar la salubridad de la urbe de Ayaviri.

1.2.3.2. Justificación Metodológica

El presente trabajo de tesis ayudará a ejecutar un estudio de las diversas unidades de procesamiento de aguas remanentes para solucionar las problemáticas de las aguas remanentes domésticas y mejorar la salubridad de la urbe de Ayaviri.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis general

La propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales para la capital de la Provincia de Melgar Puno 2025, garantiza la reutilización del agua del afluente para riego de cultivos de tallo corto.

1.3.2. Hipótesis específica

- La determinación del caudal para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales facilita información suficiente para elegir los tipos de tratamiento.
- La determinación de la Caracterización de las aguas residuales facilita información suficiente para elegir los tipos de tratamiento.

- La Determinación el Nivel de tratamiento preliminar, primario, secundario y terciario atreves del balance de masas cumplen con la normativa vigente.
- El cálculo del predimencionamiento preliminar, primario y secundario y terciario cumplen con la normativo vigente.

1.4. VARIABLES

Definición operacional.

Según (Kerlinger & Lee, 2002) es el conjunto de pautas para medir una variable determinada conceptualmente. Kerliger afirma que el axioma de operación puede ser de experimental o medida. La inicial indica la forma en que será valorada. La variable de análisis y la segunda detallan cómo se manipuló la variable independiente y cómo se aplicará a los colaboradores o individuos estudiados.

1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE: Propuesta de la P.T.A.R. para la capital de la Provincia de Melgar Puno 2025

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Propuesta de la P.T.A.R. para la capital de la Provincia de Melgar Puno 2025	Porcentaje de remoción	LMP (límites Máximos Permisibles)

VARIABLES INDEPENDIENTE:

- Demanda bioquímica de oxígeno DBO5 (mg/l)
- Solidos Suspendidos (mg/l)
- Oxígeno Disuelto (mg/l)



- Coliformes Termo tolerantes NMP/100ml)

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Demanda bioquímica de oxígeno DBO5	Cantidad de oxígeno en la oxidación bioquímica	mg/l
Solidos Suspendidos	Cantidad de sólidos totales	mg/l
Coliformes Termo tolerantes	Cantidad de Escherichia coli	NMP/100ml
Oxígeno Disuelto	Cantidad de Oxígeno	mg/l



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Rikeros y Felix (2022) desarrollaron un estudio de titulación en el que formularon una disyuntiva integral para el procesamiento de las descargas remanentes del cantón Durán. Para estimar las dimensiones del sistema propuesto, procesaron información poblacional del INEC y, a partir de las proyecciones demográficas, establecieron un caudal de diseño cercano a 0,48 m³/s.

La caracterización del agua se realizó siguiendo normas técnicas ecuatorianas, obteniéndose valores representativos de sólidos, materia orgánica y compuestos nitrogenados. Con esta base, se configuró un esquema de depuración estructurado en tres niveles: sedimentación primaria, proceso biológico mediante lodos activados y una etapa final de desinfección para garantizar un efluente apto para su disposición.

Macloni (2021) desarrolló un estudio orientado a definir la infraestructura necesaria para procesar las aguas remanentes generadas en San Juan Chamelco. Para seleccionar el sistema adecuado, se caracterizó el efluente mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos —incluyendo parámetros

orgánicos, nutrientes, sólidos y cargas bacterianas— obtenidos mediante muestreos tanto en campo como en recinto. Con estos datos se precisó la carga contaminante y se eligió el esquema de procesamiento más eficiente.

El diseño final incorporó una línea completa de procesos preliminares, primarios y biológicos, complementada con unidades para estabilización y manejo de lodos. Todo el sistema fue dimensionado y plasmado en planos constructivos. La propuesta cumple los límites de descarga determinados en la normativa nacional (Acuerdo Gubernativo 236-2006), constituyendo así una solución para disminuir la polución que afecta a los afluentes Chiché y Chió.

Bautista (2015) elaboró el diseño de un centro de procesamiento de aguas remanentes para Santiago de Chuco, siguiendo los criterios del RNE (OS.090) y del RAS-2000. Para ello realizó una proyección poblacional a 20 años basada en el Censo 2007 del INEI y calculó un caudal de diseño de 44 L/s mediante el método de Nanning, la caracterización del efluente incluyó análisis fisicoquímicos y microbiológicos, cuyos resultados indicaron que el sistema más adecuado era el de lodos activados. Con este proceso seleccionado, se dimensionaron las unidades de la planta: pre procesamiento (canal de llegada, rejillas y desarenador), sedimentación primaria y procesamiento secundario mediante reactor de lodos activados y lechos de secado.

Casanova y Huamaní (2014) llevaron a cabo un estudio titulado *Diseño de una planta de procesamiento para los efluentes líquidos domésticos de Chancay*, desarrollado en la UNC. La investigación se orientó a la formulación del diseño de una PTAR destinada a atender las descargas domésticas del distrito. Para ello, se implementó una metodología basada en la delimitación de zonas de vertimiento y en la posterior caracterización de los efluentes,

obteniéndose caudales de 0,066 m³/s y 30,088 m³/s, junto con valores fisicoquímicos de 561 mg/L para la DBO₅, 22 mg/L de NAG, 60 mg/L de SST y 16 × 10⁴ NMP/100 mL de col. Estos resultados permitieron definir los criterios de dimensionamiento de la planta, calculándose caudales máximos horario de 308,568 L/s y proyectándose una tasa de desarrollo poblacional del 1,1 %. En función de dichas proyecciones se optó por un sistema de procesamiento de tipo aerobio. Como hallazgo, se estableció un tren de procesamiento integrado por unidades de cribado, desarenado, sedimentación, aireación y lagunas de estabilización en sus variantes de operación completa y parcial.

Bendezu y Martínez (2017) llevaron a cabo un proyecto denominado *“Diseño de una estación depuradora de aguas remanentes mediante el uso de filtros percoladores y lodos anaeróbicos sostenibles para el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo – Junín”*. Su trabajo se centró en diseñar una infraestructura de procesamiento de aguas remanentes para una urbe de 116 953 individuos, tomando como base un caudal estimado de 245.6 L/s. Para sustentar el diseño, se realizó una caracterización de las descargas domésticas mediante la medición de indicadores físico-químicos y microbiológicos, entre ellos el potencial de hidrógeno (pH), la temperatura, la concentración de col termotolerantes, la DBO₅, la DQO y los SST. Con los hallazgos de dicha caracterización se determinaron los procesos y operaciones más adecuados para la línea de procesamiento, seleccionándose como unidades principales: rejillas gruesas y finas, un desarenador rectangular, un canal Parshall, un tanque Imhoff, lechos de secado, un filtro percolador de configuración circular, sedimentadores primarios redondo y una cámara destinada al proceso de desinfección o contacto final.

Canahua y Saravia (2021) desarrollaron un estudio orientado al diseño de una planta de procesamiento para reducir la carga polucionante de las aguas remanentes que afectan a Juli y al lago Titicaca, bajo un enfoque aplicado. Los análisis en la estación PTAR01 mostraron que la mayoría de parámetros fisicoquímicos cumplen los LMP, excepto los coliformes fecales, que superan los valores del D.S. N.º 003-2010-MINAM. El estudio geotécnico clasificó el suelo como arenoso pobremente graduado (SP), con recomendación de cimentar a 1.20 m y una capacidad portante de 0.98 kg/cm².

El proyecto contempla un sistema mixto (procesos aeróbicos y anaeróbicos), integrando un tanque Imhoff como procesamiento primario, filtros percoladores y sedimentación secundaria, además de una cámara de cloración como etapa final. Todas las unidades fueron duplicadas para asegurar continuidad operativa. El esquema diseñado permite obtener efluentes con bajos niveles de SST y DBO, y lograr alrededor del 90% de reducción de coliformes totales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.1.1. Aguas Residuales Municipales.

Las H₂O remanentes de origen municipal perciben los caudales creados por diligencias domésticas, institucionales y comerciales, en los que se incorporan excretas humanas. Estos aportes se producen en zonas urbanas y viviendas, donde suelen mezclarse con vertimientos industriales y escorrentías pluviales, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

Las H₂O remanentes presentan propiedades características que sirven como referencia fundamental para identificar los parámetros relevantes a analizar y su

rango típico. Sin embargo, es crucial considerar que cada efluente posee una composición específica, por lo que los indicadores de polución deben determinarse mediante análisis de laboratorio para cada caso particular. Estas propiedades se clasifican principalmente en físicas, químicas y microbiológicas. (Romero Rojas, 2000)

2.1.2. Características de las Aguas Remanentes

Del mismo modo que ocurre con los cuerpos de H₂O naturales, en los efluentes remanentes se analizan sus indicadores biológicos y físico-químicos con el fin de determinar, de manera preliminar, las cargas de materia orgánica y de sólidos presentes. Esta etapa de caracterización resulta fundamental para prever los efectos de su vertimiento en los sistemas hídricos receptores y elegir las operaciones unitarias y tecnologías de procesamiento que ofrezcan mayor eficacia y viabilidad económica. (Noriega, 1999)

Las H₂O remanentes presentan propiedades características que sirven como referencia fundamental para identificar los parámetros relevantes a analizar y su rango típico. Sin embargo, es crucial considerar que cada efluente posee una composición específica, por lo que los indicadores de polución deben determinarse mediante análisis de laboratorio para cada caso particular. Estas propiedades se clasifican principalmente en físicas, químicas y microbiológicas. (Romero Rojas, 2000)

Tabla 1. Características Físicas y químicas de las aguas residuales domésticas.

Características Físicas	Características Químicas	Características Biológicas
-Conductividad Eléctrica	- Acidez	-Bacterias
-Color	-Alcalinidad	-Algas
-Olor	-DBO	-Hongos
-Turbiedad	-DQO	-Coliformes Totales
-pH	-Fosforo	-Coliformes fecales
-Solidos Totales	COV	
-Temperatura	-Oxígeno disuelto	
	-Nitrógeno, Sulfuros	
	Metano	

Fuente: Jairo Romero Rojas – Tratamiento de Aguas Residuales

Las fluctuaciones en las reuniones de los indicadores químicos, físicos y microbiológicos están determinadas por el sistema de alcantarilla implementado, la contribución per cápita de la población, las condiciones climáticas, entre otros factores. Los caudales de aguas remanentes presentan amplias oscilaciones a lo largo del año, experimentan modificaciones diarias y varían incluso horariamente. Todos estos elementos mencionados deben considerarse al proyectar las diferenciaciones de caudal y, en consecuencia, de la reunión de aguas remanentes que ingresan a una planta de procesamiento. (Romero Rojas, 2000)

2.1.3. Tratamiento de las Aguas Residuales

El proceso de depuración de aguas remanentes comprende una serie de procedimientos físicos, biológicos y químicos destinados a remover la máxima cantidad de poluciones previo a su descarga. El objetivo es que los niveles de impurezas remanentes en el efluente tratado se ajusten a la normativa vigente y

puedan ser absorbidos sin impacto por los cuerpos receptores. (Alianza por el Agua, 2020)

La elección de una tecnología para el procesamiento de aguas remanentes, o de la combinación óptima de procesos, está determinada fundamentalmente por las propiedades del agua sin tratar, los estándares de calidad exigidos para el efluente, la superficie disponible, la inversión en construcción y los gastos operativos y de mantenimiento, la confiabilidad del sistema y la cabida de adaptación a normativas futuras más rigurosas. (Contento Rubio, 2015)

2.1.4. Principios de Diseño de una P.T.A.P.

La depuración de aguas remanentes abarca un espectro muy amplio al incluir diversos tipos de afluentes, así como requisitos de vertido y métodos de eliminación muy variados. El factor más relevante para elegir el sistema de procesamiento lo constituye la composición del agua contaminada y las exigencias de uso o disposición del efluente. Para abordar esta complejidad, normalmente se plantean cinco fases. (Romero Rojas, 2000)

- Elaboración del diseño conceptual de los sistemas de depuración propuestos, lo cual incluye la selección de las tecnologías para cada esquema, los parámetros de diseño y la evaluación económica de las opciones contempladas.
- Análisis de las propiedades del agua sin tratar y establecimiento de los estándares de descarga.
- Fase de edificación e implementación física.
- Proyecto ejecutivo de la opción más eficiente en coste.
- Gestión operativa y conservación del sistema implementado.

2.1.5. Caracterización del agua cruda y definición de las normas de vertimiento.

2.1.5.1. Caracterización del agua cruda

La producción de aguas remanentes constituye un resultado inherente a las acciones antropogénicas, por lo que su depuración exige el conocimiento de sus atributos químicos, físicos y biológicos, así como de los impactos que pueden generar en el medio receptor. En este marco, se establecen los principios esenciales para su adecuada caracterización. (Romero Rojas, 2000)

La caracterización de un efluente requiere aplicar protocolos analíticos estandarizados y ejecutar un muestreo técnicamente riguroso que asegure la representatividad del flujo total de H₂O servidas. Para ello, suelen seleccionarse zonas de fuerte mezcla y turbulencia; no obstante, la localización óptima del punto de muestreo depende de las condiciones específicas de cada sistema evaluado. (Romero Rojas, 2000)

La frecuencia de muestra debe concordar a la variabilidad del caudal y a los objetivos del monitoreo. Como las muestras puntuales no siempre reflejan el comportamiento real del sistema, se recomiendan muestras compuestas para lograr una caracterización más representativa del efluente. (Romero Rojas, 2000)

El estudio preliminar de las usanzas del H₂O y de los focos contaminantes mediante la creación de diagramas de pleamar facilita el diseño más adecuado de un programa de muestra. (Romero Rojas, 2000)

Los muestreos puntuales se usan cuando el flujo es irregular o estable, y permiten medir parámetros que cambian rápidamente, como oxígeno disuelto,

cloro, temperatura, pH y microorganismos, además de grasas y aceites. (Romero Rojas, 2000)

Los muestreos integrados permiten obtener valores medios representativos combinando muestras tomadas periódicamente y en proporción al caudal, conservadas adecuadamente y correctamente etiquetadas para asegurar la trazabilidad del proceso.:

- Establecer la finalidad concreta del muestreo.
- Examinar los datos disponibles acerca del agua a analizar.
- Determinar los focos de polución.
- Especificar el grado de fluctuación de las muestras.
- Elegir el punto de toma más significativo.
- Fijar el periodo de muestreo que refleje la variabilidad del efluente.
- Definir los protocolos necesarios para alcanzar la meta establecida.
- Consensuar con el laboratorio el volumen de muestra y los agentes conservantes necesarios.
- Analizar conjuntamente con el personal del laboratorio los resultados obtenidos y el posible requerimiento de muestras complementarias.
- Redactar sistemáticamente un reporte conciso que permita cumplir el objetivo establecido y relacione las concentraciones analizadas con los caudales registrados.

El método más usado para reflejar diferenciaciones de caudales y particularidades del agua remanente, y reducir costos analíticos, es el muestreo compuesto. Esta combina múltiples muestras individuales, obteniendo resultados equivalentes a los de un tanque de mezcla completa. La representatividad depende de la frecuencia de muestreo y puede realizarse por

tiempo o por caudal, ajustando el volumen de cada muestra según el criterio elegido. (Romero Rojas, 2000)

$$\text{Volumen necesario} = \frac{\text{volumen total muestra compuesta}}{\text{caudal promedio} \times \text{numero de muestras}}$$

Fuente: (Romero Rojas, 2000)

2.1.5.2 definición de las normas de vertimiento.

Para definir la sistemática de depuración de aguas remanentes destinadas a la protección de ecosistemas marinos, es necesario establecer los parámetros de calidad del efluente basados en criterios que aseguren el amparo ambiental y la salubridad pública, es necesario establecer los parámetros de calidad del efluente requeridos conforme a:

- Ley General de recursos Hídricos (Ley N°29338).
- Constitución Política del Perú 1993.
- Ley General del Ambiente- Ley N° 28611.
- Decreto N° 002 – 2008 – MINAM.
- Decreto N° 003 – 2010 - MINAM.
- Estándar Técnica OS.090 Centro de procesamiento de Aguas remanentes, del Reglamento Nacional de Edificaciones, apta por medio de D.S. N° 011-2006-VIVIENDA y cambiada por D.S. No 022-2009-VIVIENDA.

a. Estándares de Calidad Ambiental.

Los ECA constituyen parámetros de medición ambiental que cuantifican la reunión de compendios, sustancias u demás componentes en la corriente, H₂O o superficie. Su propósito es establecer metas que demarcan el límite a partir del cual puede generarse un efecto relevante en el ecosistema y el bienestar humano. Por este motivo, no apalean carácter vinculante, sino que

se utilizan para la elaboración de directrices de gestión ambiental. Se entiende que existe un ECA adecuado cuando la reunión o intensidad de los componentes.

b. Límites Máximos Permisibles.

Los LMP representan los niveles máximos o rangos de concentración de indicadores químicos, físicos y biológicos en descargas líquidas o gaseosas, cuyo exceso puede afectar la salubridad humana, el bien social o la proporción ecológico. Su cumplimiento es obligatorio por ley.

A diferencia de los ECA, los LMP fijan límites específicos para emisiones atmosféricas, efluentes líquidos o descargas, diferenciados según el sector productivo, y son exigibles para todas las personas naturales o jurídicas involucradas. Por ello, cada operador debe implementar medidas que aseguren que sus actividades no superen estos umbrales.

En esta investigación, se aplican los LMP establecidos en el D.S. 003-2010-M.I.N.A.M, que regulan los efluentes de centros de procesamiento de aguas remanentes domésticas o municipales.

2.1.6. Diseño conceptual de los sistemas de tratamiento de líquidos remanente.

2.1.6.1. Operaciones físicas unitarias

Las operaciones unitarias físicas usan fuerzas físicas para depurar aguas remanentes y fueron las primeras técnicas desarrolladas. Incluyen cribado, mezcla, sedimentación, floculación, flotación, filtración y transferencia de gases (Metcalf & Eddy, 1995).

Tabla 2.

Operaciones unitarias aplicables al tratamiento de aguas residuales.

OPERACIÓN	APLICACIÓN
MEDICIÓN DE CAUDAL	Control y seguimiento de procesos, informes de descargas
DESBASTE	Eliminación de sólidos gruesos y sedimentables por interceptación (retención en superficie)
DILATERACIÓN	Trituración de sólidos gruesos hasta conseguir un tamaño más o menos uniforme
HOMOGENEIZACIÓN CAUDAL	DEL Homogeneización del caudal y de las cargas de DBO y sólidos en suspensión
MEZCLADO	Mezclado de productos químicos y gases con el agua residual, mantenimiento de los sólidos en suspensión.
FLOCULACIÓN	Provoca la segregación de pequeñas partículas aumentando el tamaño de las mismas, para mejorar su eliminación por sedimentación por gravedad.
SEDIMENTACIÓN	Eliminación de sólidos sedimentables y espesados de fangos.
FLOTACIÓN	Eliminación de sólidos en suspensión finamente divididos y de partículas con densidades cercanas a la del agua. También espesa los fangos biológicos.
FILTRACIÓN	Eliminación de los sólidos en suspensión residuales presentes después del tratamiento químico biológico.
MICROTOMIZADO	Mismas funciones que la filtración. También la eliminación de las algas de los efluentes de las lagunas de estabilización.
TRANSFERENCIA DE GASES	Adición y eliminación de gases.
VOLATILIZACIÓN ARRASTRE DE GASES	Y Emisión de compuestos orgánicos volátiles y semi volátiles del agua residual

Nota: Metcalf & Eddy (1995).

a. Desbaste.

La etapa inicial de procesamiento en las instalaciones de depuración es el proceso de cribado. Una verja es un mecanismo con orificios, normalmente de dimensiones constantes, diseñado para capturar los materiales sólidos de gran dimensión existentes en el H₂O remanente (Metcalf & Eddy, 1995).

b. Homogeneización de Caudales

Metcalf & Eddy (1995) Señala que la homogenización reside, básicamente, en atenuar mediante expoliación las fluctuaciones de caudales, con el fin de obtener un flujo constante o prácticamente uniforme. Este método puede implementarse en diversos contextos, según las particularidades del sistema de alcantarilla. Sus primordiales diligencias están diseñadas para la uniformización de:

1. Caudales en período de estiaje.
2. Flujos hídricos provenientes de sistemas de alcantarilla separativo durante temporadas de precipitación.
3. Caudales originados en redes de alcantarilla unitario, que constituyen una mezcla de H₂O pluviales y aguas remanentes domésticas.

c. Mezclado.

Metcalf & Eddy (1995) menciona que la agitación constituye una operación unitaria fundamental en numerosas etapas del procesamiento de aguas remanentes, entre las cuales se incluyen:

- combinación consuma de una sustancia con otra
- unión de líquidos miscibles
- miscelánea de suspensiones líquidas
- formación de flóculos,
- intercambio térmico.

d. Sedimentación Acelerada

La decantación ocurre por efecto de la fuerza gravitatoria adentro de un campo de prontitudes firme. La remoción de átomos con capacidad de sedimentar también puede realizarse esgrimiendo las patrimonios de un

campo de prontitudes variable. Específicamente, el propósito de las subsiguientes secciones es presentar de manera resumida la separación de sólidos mediante la aplicación de campos de aceleración más complicados que el gravitatorio (Metcalf & Eddy, 1995).

Para la eliminación de átomos arenosas de aguas remanentes se han creado diversos dispositivos que utilizan tanto las fuerzas gravitatorias como la fuerza centrífuga y las prontitudes generadas. Los fundamentos de uno de estos mecanismos, denominado separador tipo taza de té, igualmente se analiza otro equipo que promueve los procesos de separación por medio de prontitudes incitadas. Externamente, el separativo presenta una forma cilíndrica achatada. El agua residual ingresa tangencialmente cerca de la base del rollo y es evacuada por la parte mayor del mismo, asimismo de manera tangencial. La arena es removida mediante una grieta situada en el base del dispositivo. (Metcalf & Eddy, 1995).

e. Flotación.

El uso concreto del flote en las estaciones depuradoras de H₂O remanentes urb. se circunscribe hoy día a la utilización de corriente como agente generador del anómalo. Los burbujeos se introducen, o se estimula su creación, por medio de alguno de los subsiguientes procedimientos:

1. Incorporación de corriente en el fluido bajo presiones y posterior descompresión del líquido presurizado (flotación por aire disuelto).
2. Irrigación de aire en condiciones atmosféricas (flotación por aireación).
3. Saturación con aire a presión ambiental, continua de la aplicación de presión negativa al líquido (flotación por vacío).

En los diversos métodos, es posible optimizar la eficiencia de separación y el rendimiento por medio de la adición de agentes químicos auxiliares (Metcalf & Eddy, 1995).

f. Filtración en Medio Granular.

El ciclo completo de infiltración consta de dos fases: la separación de sólidos y la regeneración del medio filtrante (comúnmente llamada retrolavado). Aunque la descripción de los fenómenos durante la etapa de separación es fundamentalmente análoga en los diversos sistemas de filtración empleados para H₂O remanentes, la fase de regeneración difiere sustancialmente según el filtro opere de manera continua o semi-continua. Como lo sugieren sus nombres, en los filtros semi-continuos la separación y la regeneración son etapas que se alternan secuencialmente, mientras que en los filtros continuos ambos procesos se desarrollan de forma concurrente (Metcalf & Eddy, 1995).

g. Transferencia de Gases.

En los procesamientos biológicos aeróbicos de aguas remanentes, el oxígeno se introduce por medio de burbujas, microgotas o agitación superficial con difusores, optimizando su disolución y distribuyéndolo de manera uniforme dentro del reactor. (Metcalf & Eddy, 1995).

2.1.6.2. Operaciones Químicas Unitarias

La coagulación química en aguas remanentes utiliza reactivos para formar flóculos que facilitan la sedimentación. Combinada con procesos físicos, permite procesamiento secundario, eliminando nitrógeno y fósforo, y se integra con métodos de precipitación química para optimizar la eficacia del procesamiento biológico.

Tabla 3.

Aplicaciones de los procesos químicos unitarios en el tratamiento de las aguas residuales

PROCESO	APLICACIÓN
PRECIPITACIÓN QUÍMICA	Eliminación de fósforo y mejora de la eliminación de sólidos en suspensión en las instalaciones de sedimentación primaria empleadas en tratamientos fisicoquímicos.
ADSORCIÓN	Eliminación de materia orgánica no eliminada por métodos convencionales de tratamiento químico y biológico. También se emplea para decolorar el residuo antes de su vertido final.
DESINFECCIÓN	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades (puede realizarse de diversas maneras).
DESINFECCIÓN CON CLORO	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades. El cloro es el producto químico utilizado.
DECLORACIÓN	Eliminación del cloro combinado residual total después de la cloración (Puede realizarse de diversas maneras).
DESINFECCIÓN CON DIÓXIDO DE CLORO	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades. El cloro es el producto químico utilizado.
DESINFECCIÓN CON BROMO	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
DESINFECCIÓN CON OZONO	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
DESINFECCIÓN CON LUZ ULTRAVIOLETA	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
OTROS	Para alcanzar objetivos específicos en el tratamiento de las aguas residuales se puede emplear compuestos químicos.

Nota: (Metcalf & Eddy, 1995).

a. Adsorción.

La adsorción constituye un fenómeno mediante el cual componentes disueltos se fijan a la superficie de separación entre dos fases, particularmente en la interfase líquido-sólido, Aunque también ocurre en la interfase aire-líquido, aquí se aborda solo la adsorción líquido-sólido. Su uso ha sido limitado, pero la necesidad de optimar la condición de los efluentes

ha impulsado el análisis del carbón activado como adsorbente. En el procesamiento de aguas remanentes, el carbón activado se emplea principalmente como etapa de pulimiento después del tratamiento biológico, removiendo MOD y, según el modo de contacto, también parte del material particulado.

b. Desinfección

La despolución microbiana implica la eliminación específica de los agentes patógenos. No todos los microorganismos son erradicados durante este procedimiento, aspecto que constituye la primordial discrepancia con la emasculación, procesos que resulta en la aniquilación completa de todos los seres vivos. En el campo de las H₂O remanentes, los tres grupos de microorganismos entéricos de procedencia humana con mayor relevancia en la aparición de patologías son los microbios, los quistes amebianos y los virus. Los padecimientos bacterianos frecuentemente diseminados mediante el H₂O incluyen: cólera, fiebre tifoidea, shigelosis y paratifoidea, mientras que las afecciones virales abarcan, entre otras, la poliomielitis y la hepatitis. Dentro de las modalidades de desinfección se encuentran: procesamiento con cloro, decoloración, empleo de dióxido de cloro, bromocloruro, ozonización y aplicación de radiación ultravioleta.

2.1.6.3. Operaciones biológicas Unitarias

Las técnicas de procesamiento en la que la eliminación de poluciones se efectúa mediante acción biológica se denominan operaciones biológicas unitarias. El objetivo principal de los procesamientos biológicos es la eliminación de compuestos orgánicos biodegradables presentes en el agua residual, tanto en estado coloidal como disuelto. Fundamentalmente, estas sustancias se



transforman en gases que se liberan a la atmósfera y en biomasa celular, separable mediante sedimentación. Estos sistemas también se utilizan para extraer el nitrógeno presente en las aguas servidas. Mediante el control adecuado de las condiciones operativas, el agua residual puede ser procesada biológicamente en la mayoría de los casos. Por lo tanto, es responsabilidad del ingeniero garantizar la idoneidad y operación eficiente del sistema (Metcalf & Eddy, 1995).

a. Procesos de Tratamiento Aerobio

Los primordiales sistemas de procesamiento biológico con biomasa suspendida esgrimidos para la separación de MOC son: (1) el método de lodos activados; (2) los estanques aireados; (3) el reactor por lotes secuenciales, y (4) el procedimiento de digestión aeróbica. Entre todas estas alternativas, la causa de fangos activados es, sin duda, el más extendido en la depuración secundaria de H₂O remanentes domésticas.

Tabla 4.

Principales procesos biológicos Aerobios utilizados en el tratamiento del agua residual

TIPO	NOMBRE COMUN	APLICACIÓN
PROCESO AEROBIO	Cultivo en suspensión	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Proceso de Fangos activados	
	convencional (Flujo en pistón)	
	Mezcla completa	
	Aireación graduada	
	Oxígeno puro	
	Reactor intermitente secuencial	
	contacto y estabilización	
	aireación prolongada	
	canales de oxidación	
CULTIVO FIJO	tanques profundos (30)	
	Deep shaft	
	Nitrificación de cultivos en suspensión	Nitrificación
	Lagunas aireadas	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Digestión aerobia	Estabilización, eliminación de la DBO carbonosa
	Aire convencional	
	oxígeno puro	
	Filtros percoladores	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Baja carga	
	Alta carga	
PROCESOS COMBINADOS	Filtros de desbaste	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Sistemas biológicos rotativos de contacto (RBC)	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Reactores de lecho compacto	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Biofiltros activados	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Filtros percoladores con contacto de sólidos, procesos de fangos activados con biofiltros, procesos de filtros percoladores y fangos activados en serie	

Nota: Metcalf & Eddy (1995).

Tabla 5.

Principales procesos biológicos Anoxicos - Anaerobios Anoxico utilizados en el tratamiento del agua residual

en el tratamiento del agua residual		
TIPO	NOMBRE COMÚN	APLICACIÓN
PROCESOS ANOXICOS		
Cultivo en suspensión	Desnitrificación con cultivo en suspensión	Desnitrificación
Cultivo fijo	Desnitrificación de película fija	Desnitrificación
PROCESOS ANAEROBIOS		
cultivo de suspensión	Digestión anaerobia	
	Baja carga, una etapa	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Alta carga, una etapa	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Doble etapa	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Proceso anaerobio de contacto	Eliminación de la DBO carbonosa
Cultivo fijo	Manto de fango anaerobio de flujo ascendente	Eliminación de la DBO carbonosa
	Filtro anaerobio	Eliminación de la DBO carbonosa, estabilización de residuos (desnitrificación)
	Lecho expandido	Eliminación de la DBO carbonosa, estabilización de residuos
PROCESOS ANAEROBIOS, ANOXICOS O AEROBIOS COMBINADOS		
Cultivo de suspensión	Proceso de una o varias etapas múltiples procesos patentados	Eliminación de DBO carbonosa, nitrificación, desnitrificación y eliminación de fósforo.
PROCESOS COMBINADOS	Procesos de una o varias etapas	Eliminación de la DBO carbonosa, nitrificación, desnitrificación y eliminación de fósforo
cultivo fijo y en suspensión Procesos en estanques	Lagunas aerobias	Eliminación de la DBO carbonosa
	Estanques de maduración (terciarios)	Eliminación de la DBO carbonosa (Nitrificación)
	Estanques facultativos	Eliminación de la DBO carbonosa
		Eliminación de la DBO carbonosa (estabilización de residuos)
	Estanques anaerobios	

Nota: Ramalho (2003)

b. Procesos Aerobios de Tratamiento de Cultivo Fijo.

Los sistemas aerobios de procesamiento con biopelícula fija se utilizan comúnmente para remover la materia orgánica presente en las aguas remanentes. Además, pueden aplicarse para realizar el proceso de nitrificación (transformación del amoníaco en nitrato). Las tecnologías de biopelícula adherida incluyen los filtros percoladores, los filtros de desbaste, los reactores biológicos de contacto rotatorio (discos biológicos) y los reactores de nitrificación con medio fijo.

c. Procesos de Tratamientos Anaerobios de Cultivos en Suspensión.

En la última década se han creado múltiples métodos para procesar lodos y desechos con alta concentración de materia orgánica. Entre estas opciones, el sistema anaeróbico con biomasa suspendida más extendido es el digestor de mezcla completa. Dado que la relevancia de los digestores de mezcla total es crucial para estabilizar la materia orgánica y los sólidos biológicos, este será el eje principal de estudio en esta sección, aunque también se describirán el proceso de contacto anaerobio y el reactor UASB.

d. Procesos Anaerobios de Tratamiento de Cultivo Fijo

Los dos sistemas anaeróbicos de procesamiento más utilizados para el procesamiento de desechos orgánicos carbonosos son el biofiltro anaeróbico y el reactor de lecho fluidizado.

e. Eliminación Biológica de Nutrientes

La extracción de nutrimentos de las aguas remanentes resulta cada vez más imprescindible, dado que puede requerirse regular la descarga de nitrógeno o fósforo por su posible efecto en la calidad de las entidades de agua

recibidoras. Las alternativas de remoción de nutrimentos que deben considerarse son las siguientes:

1. Eliminación simultánea de nitrógeno y fósforo.
2. Remoción de nitrógeno sin extracción de fósforo.
3. Extracción de fósforo con o sin remoción de nitrógeno.
4. Eliminación permanente de fósforo con remoción estacional de nitrógeno.

f. Proceso de tratamiento por lagunaje (Estanques).

Los sistemas de lagunas de procesamiento pueden categorizarse, según su condición oxigénica, en: (4) anaeróbicas, (3) facultativas, (2) de maduración y (1) aeróbicas.

- **Aerobios:** Las lagunas de estabilización aerobias preservan un medio abundantemente oxigenado gracias a la interacción sinérgica entre algas, microorganismos y la transferencia natural de oxígeno desde la atmósfera. Pueden adoptar dos configuraciones principales: lagunas de escasa profundidad, concebidas para potenciar el desarrollo algal, y lagunas más profundas, cuyo fin es maximizar la disponibilidad de oxígeno disuelto. En ambos casos, la incorporación de mezcla por bombeo o aireación mecánica incrementa notablemente el vigor del sistema.

En los estanques de fotosíntesis, las algas producen el oxígeno necesario para la descomposición bacteriana de la materia orgánica; simultáneamente, los nutrientes resultantes de este proceso son reutilizados por las algas, completando un circuito biológico de alta eficiencia. La comunidad microbiana se modifica según la carga orgánica, intensidad de agitación, pH, concentración de nutrientes, radiación solar y temple, constituyendo este último factor determinante en zonas con climas gélidos.

- **Maduración Terciaria:** Las lagunas de estabilización terciarias o de maduración con baja carga orgánica se proyectan para optimizar la condición de efluentes suplentes y para realizar nitrificaciones estacionales. Los procesos biológicos implicados son análogos a los de otros sistemas aeróbicos con biomasa suspendida. Su operación comprende la fase endógena de los sólidos biológicos remanentes y la transformación del amonio en nitrato mediante el oxígeno proporcionado por la reoxigenación superficial y la fotosíntesis. Se han establecido tiempos de retención de 18 a 20 días como período mínimo requerido para alcanzar la fase endógena total de los sólidos remanentes. Para conservar los contextos aeróbicos, las cargas orgánicas aplicadas deben ser considerablemente reducidas.
- **Facultativos:** Las lagunas de estabilización facultativas tratan aguas remanentes mediante la acción conjunta de procesos aeróbicos, anaeróbicos y facultativos. La capa superficial se mantiene oxigenada por la fotosíntesis algal, lo que permite la diligencia de bacterias aeróbicos encargados de degradar parte de la MO. En el fondo predomina un ambiente anaerobio donde los sólidos sedimentados se descomponen formando un manto de lodos que libera gases y compuestos solubles. Entre ambas zonas existe una franja intermedia con organismos facultativos capaces de adaptarse a variaciones en la disponibilidad de oxígeno. Los productos generados en la zona anaerobia pueden ser aprovechados por las algas en la superficie. El suministro de oxígeno proviene de la fotosíntesis o de aireación mecánica, permitiendo admitir cargas orgánicas mayores sin exceder la capacidad del sistema.

- **Anaerobios:** Las lagunas anaerobias se emplean para depurar aguas remanentes muy cargadas de MO y sólidos suspendidos. Consisten en cavidades de gran profundidad —en algunos casos cercanas a los 9 metros— cuya geometría favorece la retención de calor y la conservación de un ambiente sin oxígeno. En su interior, los sólidos se colocan en el fondo y la fracción orgánica se descompone mediante rutas estrictamente anaerobias que producen metano, dióxido de carbono, diversos gases trazan, ácidos orgánicos y nueva biomasa microbiana. La masa de agua permanece prácticamente anóxica, excepto por una franja superficial muy delgada. El líquido tratado de forma preliminar suele derivarse a etapas adicionales de depuración. Bajo condiciones adecuadas, estas lagunas logran eliminar más del 70 % de la DBO₅, pudiendo aproximarse al 85 % en escenarios favorables.

3.2.5 Niveles y procesos de tratamiento de aguas residuales

3.2.5.1 *Pretratamiento o Tratamiento preliminar de las aguas residuales.*

La etapa preliminar de procesamiento de H₂O remanentes se conceptualiza como el procedimiento de remoción de aquellos mecanismos que pueden generar problemas operativos y de sustento en los diversos procesos, operaciones unitarias y sistemas complementarios. Como ilustraciones de procesamientos preliminares se pueden mencionar el cribado y trituración para la exclusión de sólidos voluminosos y textiles, el flote para la extracción de aceites y las grasas, y la desarenación para la retirada de material suspendido grueso que pueda ocasionar obstrucciones en los equipos y acelerar su deterioro.

El documento distingue el preprocesamiento convencional del pre procesamiento industrial, donde los contaminantes se controlan en su origen. En esta fase se retienen sólidos grandes con dispositivos como rejillas o tamices, y la ecualización estabiliza caudales y características de efluentes irregulares para proteger procesos posteriores.

3.2.5.2 Tratamiento primario de las aguas residuales.

Durante el procesamiento principal se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la MO contenida en H₂O remanente.

El procesamiento primario elimina sólidos gruesos e inorgánicos mediante procesos físicos y sedimentación. Reduce turbidez, sólidos en suspensiones y parte de la carga orgánica, además de airear el agua, uniformar el caudal y remover una proporción limitada de contaminantes microbiológicos.

3.2.5.3 Tratamiento secundario convencional.

El procesamiento secundario se orienta a remover sólidos en suspensiones y MO biodegradable mediante procesos biológicos y sedimentación final, e incluye por medio de desinfección. Abarca sistemas como fangos activos, biopelículas, lagunas y decantación secundaria. En estos procesamiento aeróbicos, los microorganismos degradan la materia orgánica soluble y coloidal, reduciendo la DQO y DBO hasta alrededor de 100 mg/L.

3.2.5.4 Tratamiento Terciario.

Los procesamiento de depuración avanzada complementan el saneamiento de H₂O remanentes cuando se requiere un nivel de purificación superior al alcanzado con los procesamiento secundarios y primarios.

Las filtraciones eliminan sólidos remanentes del efluente secundario y se aplican en procesamiento especializados. Se emplean medios como arena, antracita o

grava. El pulido biológico usa filtros multimedia profundos. Los filtros de arena destacan para flóculos químicos, aunque requieren ciclos operativos más cortos.

3.2.5.5 Control y eliminación de nutrientes.

La extracción de nutrimentos en las aguas remanentes es esencial para sortear la eutrofización en entidades de H₂O, reducir la pérdida de oxígeno en ríos por nitrificación y proteger acuíferos destinados al abastecimiento. Los principales nutrimentos a remover son nitrógeno y fósforo, cuya eliminación puede realizarse mediante procesos químicos, biológicos o combinados. En muchos sistemas, esta remoción se integra al procesamiento secundario: por ejemplo, adicionando sales metálicas en los reactores biológicos para precipitar fósforo durante la decantación, o incorporando etapas de desnitrificación tras procesos de fangos activos que generen efluentes previamente nitrificados (Metcalf & Eddy, 1995)

2.3. MARCO CONCEPTUAL

3.3.1 Sólidos

Las aguas remanentes presentan diversas tipologías de materiales sólidos que abarcan a partir de fibras hasta partículas disueltas. En la determinación de estos efluentes, los componentes de mayor tamaño típicamente son eliminados antes del análisis de sólidos (Ramalho, 2003)

- ST: Constituyen los residuos que permanecen luego de que el muestreo ha sido sometido a evaporación y secado a un temple determinada (103 a 105 °C) (Ramalho, 2003)
- SST: Constituyen una porción de los ST que son discretos en un filtro de tamaño específico, cuantificados después de un proceso de secado a temperatura controlada. (Ramalho, 2003)

- SDT: corresponden a aquellos que atraviesan el filtro, los cuales son volatilizados y secados a un temple determinada; la medición incluye sólidos disueltos y coloides. (Ramalho, 2003)
- Sólidos sedimentables: Corresponden a partículas en suspensión que se cuantifican en milímetros por litro, las cuales se depositan en el fondo de una suspensión durante un período de tiempo determinado (Ramalho, 2003).

3.3.2 Turbiedad

Se considera como un indicador de las características de dispersión lumínica en el H₂O, empleándose comúnmente para señalar la condición de aguas nativas y efluentes tratados en relación con el contenido de partículas suspendidas. La determinación se efectúa cotejando el ímpetu de luz desperdigada por un muestreo con la dispersión generada por unas suspensiones de referencia bajo idénticos contextos (Ramalho, 2003)

Las partículas en suspensión limitan la transmisión de luz, ya que la absorben o dispersan. Un aspecto fundamental es la dimensión de las partículas respecto a la turbidez, donde la mayor turbiedad se asocia con partículas menores a 3 μm y fundamentalmente con aquellas entre 0.1 y 1.0 μm (Ramalho, 2003)

3.3.5 Temperatura

Generalmente el temple del agua servida excede a la del H₂O de suministro, como hallazgo de la afiliación de H₂O temperada derivado de descargas domiciliarias. Esta variable es significativa dado que en las plantas de procesamiento de H₂O remanentes existen mecanismos biológicos que están regulados por el temple. Igualmente, afecta derechamente las reacciones químicas y sus cinéticas, la comunidad acuática y los procesos biológicos de los ecosistemas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

3.3.6 Conductividad

Representa la evaluación de la cabida de una disolución para llevar electricidad. En la actualidad, la excelencia de este indicador reside en determinar la viabilidad de emplear un agua para irrigación. Se expresa en microohmios por centímetro

(Antequera, 2010).

3.3.7 pH

El pH inmejorable para la actividad biológica se ubica entre 5 y 9; valores fuera de este rango dificultan el procesamiento. Si el efluente no se ajusta antes del vertido, puede alterar el pH del cuerpo receptor, por lo que deben cumplirse límites establecidos (Ramalho, 2003).

3.3.8 Alcalinidad

Se define como la capacidad buffer del agua para neutralizar ácidos. En aguas remanentes, la alcalinidad está asociada a la presencia de iones OH^- , CO_3^{2-} y HCO_3^- de cationes como magnesio, calcio, potasio, sodio y amonio. La alcalinidad en los efluentes domésticos contribuye a amortiguar las fluctuaciones de pH producidas por la adición de compuestos ácidos. Las aguas servidas generalmente presentan cierto nivel de alcalinidad que deriva de la fuente original de abastecimiento (Martinez Delgadillo, 1999)

3.3.10 Oxígeno disuelto

Constituye uno de las medidas esenciales para valorar la condición del H_2O , con rangos característicos entre 7 y 9 mg/L. La principal fuente de oxígeno se deriva de la transferencia atmosférica, intensificada por la turbulencia en los cuerpos de agua y la acción del viento. Por ejemplo, en humedales la actividad fotosintética constituye el origen más significativo, mientras que en ríos el grado de

turbulencia determina tanto la productividad primaria como su nivel de eutrofización (Roldán, 2003). El examen de la polución orgánica en ambientes acuáticos es complejo, dado que la descomposición de la materia orgánica reduce el oxígeno disuelto disponible en el ecosistema hídrico. Al cuantificar la concentración de OD, es posible deducir la cantidad de compuestos orgánicos oxidables presentes en el agua (Martínez Delgadillo, 1999).

3.3.11 Nitrógeno

La relevancia del N consiste en que resulta fundamental para la producción de albúminas, siendo necesario determinar la existencia de este nutrimento para valorar el procesamiento del H₂O remanente a través de métodos biológicos. La concentración total de nitrógeno incluye nitritos, nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico y nitratos. (Metcalf & Eddy, 1995)

3.3.12 Fósforo

Este nutriente es fundamental para el crecimiento y multiplicación de diversas especies en un ambiente acuático, si bien en concentraciones elevadas desencadena una proliferación excesiva de algas y otros microorganismos perjudiciales. Las formas más frecuentes en las que se presenta el fósforo son los ortofosfatos, el fósforo orgánico y las polifosfatos. Los ortofosfatos, predominantes en los efluentes domésticos, están inmediatamente biodisponibles para el metabolismo microbiano sin requerir procesos de descomposición adicionales (Metcalf & Eddy, 1995).

3.3.14 Grasas y aceites

La reunión de estos elementos en líquidos remanentes se establece mediante un recojo de modelo con triclorotrifluoroetano. Químicamente, tanto los lípidos como los lípidos de fuente vegetal o animal son iguales, porque

fundamentalmente son ésteres formados por ácidos sebosos, alcohol y glicerol. Los que se presentan en fase líquida a temple ambiental se denominan lípidos, y los que se han solidificado se conocen como grasas. La presencia de estos compuestos genera numerosas dificultades en depósitos} sépticos, esquemas de extracción y recintos de procesos de líquidos remanentes (Metcalf & Eddy, 1995).

3.3.15 Bacterias

Numerosas microbios son inocuas en el espacio intestinal, pero cuando una persona infectada excreta heces, libera una elevada cantidad de microorganismos patógenos, contaminando así los líquidos remanentes caseros. Los grupos bacterianos más frecuentes que puede haber en los líquidos servidas caseros pertenecen a los géneros Salmonella, Shigella y Escherichia coli (Metcalf & Eddy, 1995)

3.3.16 Protozoos

Entre los agentes patógenos, los protozoos Cyclospora, Cryptosporidium parvum y Giardia lamblia son de particular relevancia debido a su significativo efecto en la población, especialmente en personas con sistemas inmunitarios comprometidos. Estos microorganismos se encuentran entre los más frecuentes en los líquidos remanentes (Romero Rojas, 2000)

3.3.17 Helmitos

Los organismos parasitarios de esta clasificación que llegan hallarse en los líquidos remanentes incluyen helmintos intestinales como Ascaris lumbricoides, y cestodos como Taenia solium y Taenia saginata. La fase infectante de estos bichos cambia: unos se muestran en estado crecido o larvario, mientras que otros tienen su etapa infecciosa en forma de huevo. Numerosas clases resisten

situaciones ambientales desfavorables y logran sobrevivir a diversos procesamiento convencionales (Metcalf & Eddy, 1995)

3.3.18 Demanda química de oxígeno (DQO)

Este parámetro indica la cantidad de oxígeno requerida para oxidar la materia orgánica en una muestra que pueda ser oxidada por dicromato o permanganato en condiciones ácidas (Ramalho, 1993). Puede interpretarse como una aproximación a la Demanda Teórica de Oxígeno, cuya exactitud depende de la composición específica de los compuestos presentes en la muestra analizada. Por muestra, los hidrocarburos odoríferos no se oxidan completamente, mientras que ciertas sustancias orgánicas volátiles pueden perderse por gasificación, y además puede ocurrir oxidación de compuestos inorgánicos como cloruros y sulfuros (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

3.3.19 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Este indicador se emplea como una cuantía del conjunto de O requerida para la oxidación de elemento orgánico biodegradable en un ejemplar mediante procesos bioquímicos aerobios. En las aguas remanentes, este valor resulta de tres tipos de elementos: elemento orgánico utilizada como sustrato, nitrógeno susceptible de oxidación y compuestos químicos disminuidos provenientes de resistencias en la entidad de H₂O (Ramalho, 1993). Cuando existe una elevada concentración de remanentes vivos en el líquido, se incrementa la población bacteriana involucrada en la desintegración, lo que eleva la demanda de O y consequently incrementa el grado de DBO. Al presentarse altos niveles de DBO, el OD reduce ya que es extenuado por los microbios en sus procesos metabólicos, afectando a otros organismos que disponen de menos oxígeno



para sus funciones biológicas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio posee un objetivo aplicado, orientado a la utilización de la normativa vigente; se trata de un análisis no experimental con un diseño descriptivo, lo que implica que las variables no son manipuladas de forma intencionada, ya que las variables independientes son hechos ya acontecidos y no susceptibles de alteración, como es el caso del caudal a tratar y el grado de polución del afluente, los cuales fueron establecidos previamente.

3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

La metodología consiste en la compilación de datos para su estudio posterior, información que para este estudio fue:

- El proceso se instruyó con la observación de la zona de análisis.
- Posteriormente, se recopilaron datos poblacionales que fueron cotejados con la información del INEI para fundamentar los criterios de diseño.
- Se ejecutó el muestreo y caracterización fisicoquímica de aguas remanentes en el punto "PTAR" mediante análisis de laboratorio, comparando los resultados con los LMP y los ECA. Con base en esto, se

formuló una proposición de diseño para un recinto de procesamientos de aguas remanentes domésticas, ajustada a los criterios de diseño determinados.

Se requirió del empleo de instrumentos para el ejemplar de líquidos y formas destinados a la recolección de información correspondiente a la urbe y planimetría de la jurisdicción. De igual modo, los datos obtenidos fueron procesados mediante un software especializado, lo que permitió el posterior desarrollo del ofrecimiento de diseño del recinto de procesamiento.

- Datos poblacionales actuales y proyectados del lugar de estudio, obtenidos del INEI.
- Recipientes para el muestreo destinado al informe de caracterización fisicoquímica.
- Software especializado para el procesamiento de datos.
- Elaboración de la oferta de diseño de la PTAR.
- Referencias bibliográficas para el desarrollo de la memoria de cómputo del recinto de procesamiento de líquidos remanentes.

3.3. PROCEDIMIENTOS

3.3.1. Determinación del caudal de diseño

Para calcular el caudal del efluente de descarga del sistema de alcantarilla, se esgrimió la metodología volumétrica, la cual implica medir la prontitud del flujo y la zona de la sección transversal. Se realizaron un total de cinco campañas de medición horaria en las fechas especificadas en la tabla N° 06.

Tabla 6.*Determinación de caudales in-situ*

Fecha	Día	Horario
02/04/2024	Miércoles	desde 12.00 a.m. hasta 11.00 p.m.
03/04/2024	Jueves	desde 12.00 a.m. hasta 11.00 p.m.
05/04/2024	Viernes	desde 12.00 a.m. hasta 11.00 p.m.
06/04/2024	Sábado	desde 12.00 a.m. hasta 11.00 p.m.
07/04/2024	Domingo	desde 12.00 a.m. hasta 11.00 p.m.

Nota: Elaboración Propia

De esta manera se determina los caudales máximos, Mínimos y Promedio para el redimensionamiento de los procesamientos y sistematizaciones unitarias.

Además, se determinó los caudales teóricos de diseño de acuerdo a la norma vigente RNE OS. 090 ITEM 4.3 Nomas de análisis de factibilidad, caudales de diseño de PTAR.

3.3.2. Caracterización de las aguas residuales

Después de haber obtenido los caudales horarios se calculó la cuantía necesaria de cada muestreo simple horaria para preparar el muestreo conformada que contaba de 500 ml para Coliformes fecales, 500 ml para SDT, 500 ml para grasas y aceites, 1000 ml para nitratos totales, 400 ml para oxígeno disuelto, esto se realizó con el fin de la caracterización microbiológico y físico químico del efluente de las redes de alcantarillado del distrito de Ayaviri donde fueron analizadas en el recinto de condición ambiental de la EPISA de la UANCV, también se realizó el análisis con el multi – parámetro HANNA en situ.

Para recolectar el ejemplar de líquido remanente y conformar el ejemplar compuestas en función al caudal tomando en un periodo de 24 horas a partir de las 07:30 a.m. a 07:30 a.m. del día siguiente

Los métodos de estudio para los líquidos remanentes propuestas por el recinto se realizaron en base a las sistemáticas reguladas para el estudio de H₂O dulces y Remanentes AWW. APHA. WEF. 21th ed. 2005.

Tabla 7.

Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos para la caracterización de aguas residuales

Parámetro	Símbolo	Unidad	Método
Temperatura	°C		APHA. AWW. WEF. 21th
Potencial de Hidrogeno	pH		APHA. AWW. WEF. 21th
Solidos Suspendidos Totales	ST	mg/l	APHA. AWW. WEF. 21th
			APHA. AWW. WEF. 21th
			APHA. AWW. WEF. 21th
			APHA. AWW. WEF. 21th
Aceites Y Grasas		mg/l	APHA. AWW. WEF. 21th
Fosfatos	PO ₄	mgPO ₄ /l	APHA. AWW. WEF. 21th
Nitratos	NO ₃	MgNO ₃ /l	APHA. AWW. WEF. 21th
			APHA. AWW. WEF. 21th
			APHA. AWW. WEF. 21th
			APHA. AWW. WEF. 21th
Demanda Química De Oxígeno	DQO ₅	mgO ₂ /l	APHA. AWW. WEF. 21th
Demanda Bioquímica De Oxígeno	DBO ₅	mgO ₂ /l	APHA. AWW. WEF. 21th
Coliformes Fecales	colonia	NMP	APHA. AWW. WEF. 21th

Nota: Elaboración Propia

3.3.3. Selección de tecnologías de tratamiento de aguas residuales

Conforme a los criterios establecidos, se han determinado los factores que deben considerarse para seleccionar el tipo de procesamiento a implementar, adaptado a los contextos específicos de la localidad de análisis, los cuales se detallan posteriormente:

- **Factor técnico:** Los criterios de selección incluyen: un terreno disponible de aproximadamente una hectárea, una tecnología con eficiencia entre moderada y alta, niveles de procesamiento primario y secundario, y una operatividad y mantenimiento de la máxima simplicidad posible.

- **Factor económico:** Los costes operativos y de mantenimiento deben ser reducidos, implicando la no dependencia de insumos, equipos especializados, energía eléctrica o personal calificado. Asimismo, la inversión inicial requerida debe ser moderada.
- **Factor ambiental:** Se descartará cualquier alternativa de procesamiento que implique una ingesta energética significativo durante la fase operativa o que conlleve riesgos de polución del subsuelo.

Las tecnologías nativas resultan idóneas para el entorno rural con comunidades reducidas debido a sus características. Entre estas soluciones se incluyen comúnmente los sistemas de lagunas, humedales artificiales y la depuración en el terreno.

Previo a la evaluación de los dilemas de procesamiento, se separaron las tecnologías de diligencia sobre el terreno por incumplir los requisitos ambientales. Estos sistemas utilizan el suelo como medio de procesamiento, lo que podría generar polución del subsuelo y de las aguas de superficie, produciendo así un impacto ambiental adverso.

La elección de la alternativa de procesamiento inapreciable se realizó mediante una matriz de valoración que consideró siete criterios: eliminación de DBO, reducción de col. fecales, disminución de sólidos, remoción de nitrógeno, facilidad de operación y manutención, costos ejecutivos y condición del río para reúso agrícola. Es preciso señalar que el requisito de superficie fue excluido como variable, dado que se coloca de zona suficiente para su ejecución.

3.3.4. Dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales

El dimensionamiento de la planta de procesamiento de aguas remanentes se realizó conforme al RNE. OS.090, Las bibliografías de Jairo, romalo, entre otras

3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 8.

Matriz de consistencia para el trabajo de investigación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2. OBJETIVOS	3. HIPÓTESIS	4. VARIABLES	5. INDICADORES	6. MÉTODO-ÍNDICE
1.1. Problema General.	2.1. Objetivo General.	3.1. Hipótesis General.	4.1. Variables Independiente		
¿Cuál es el diseño más apropiado de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el distrito de Ayaviri Provincia de Melgar?	Diseñar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el distrito de Ayaviri Provincia de Melgar	El diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el distrito de Ayaviri Provincia de Melgar, mejora la calidad del efluente en función del ECA	Parámetros físicos, químicos y biológicos contaminantes Presentes en el agua residual en el distrito de Ayaviri	*NAG *Ph *SST (mg. L-1) *CE (mg. L-1) *DBO5 (mg. L-1) *DQO (mg. L-1) *coliformes termotolerantes NMP/100ml *Temperatura (°C) *Nitratos (mg/L) *Fosfatos (mg/L)	*Medidor multiparamétrico HI 9828 (HANNA) *Método respirometro de Waburg *Método de dicromato *Método de dicromato *Tubos más probables. *Termometro *Espectrofotometría *Espectrofotometría
1.2. Problemas Específicos	2.2. Objetivos Específicos	3.2 Hipótesis Específicos	4.2. Variables Dependiente	5. Indicadores	6. Método- Índice
¿Cuáles son los parámetros de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales?	Determinar los parámetros de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales	Los Parámetros de Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales son (Caudal, Temperatura, DBO (5), NAG, SST, Nitratos, Fosfatos, Coliformes Tolerantes, CE, Temperatura)	propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales para la capital de la provincia de Puno 2025.	parámetros físicos, químicos y microbiológicos Operaciones Físicas (Desbaste, Homogeneización de Caudales, Mezclado, Sedimentación Acelerada, Flotación, Filtración en Medio Granular Procesos Químicos (Precipitación Química, Adsorción, Desinfección) Procesos Biológicos (Sistema Aerobio, sistema Aerobio, sistema Anódico)	Comparación elemento contaminante con los LMP
¿Cuál es el Tratamiento preliminar, primario, secundario, terciario, más adecuado para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales?	Determinar el Tratamiento preliminar, primario, secundario, terciario, más adecuado para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.	El Tratamiento preliminar, Primario, secundario y terciario son (Cribas, trampa de grasas, regulador de caudal, tanque Imhoff, filtro percolador)			Balance de Masas de los operaciones y Procesos de la Alternativa de tratamiento



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y CÁLCULOS

4.1. POBLACION DE DISEÑO

Se determinó mediante la progresión geometría

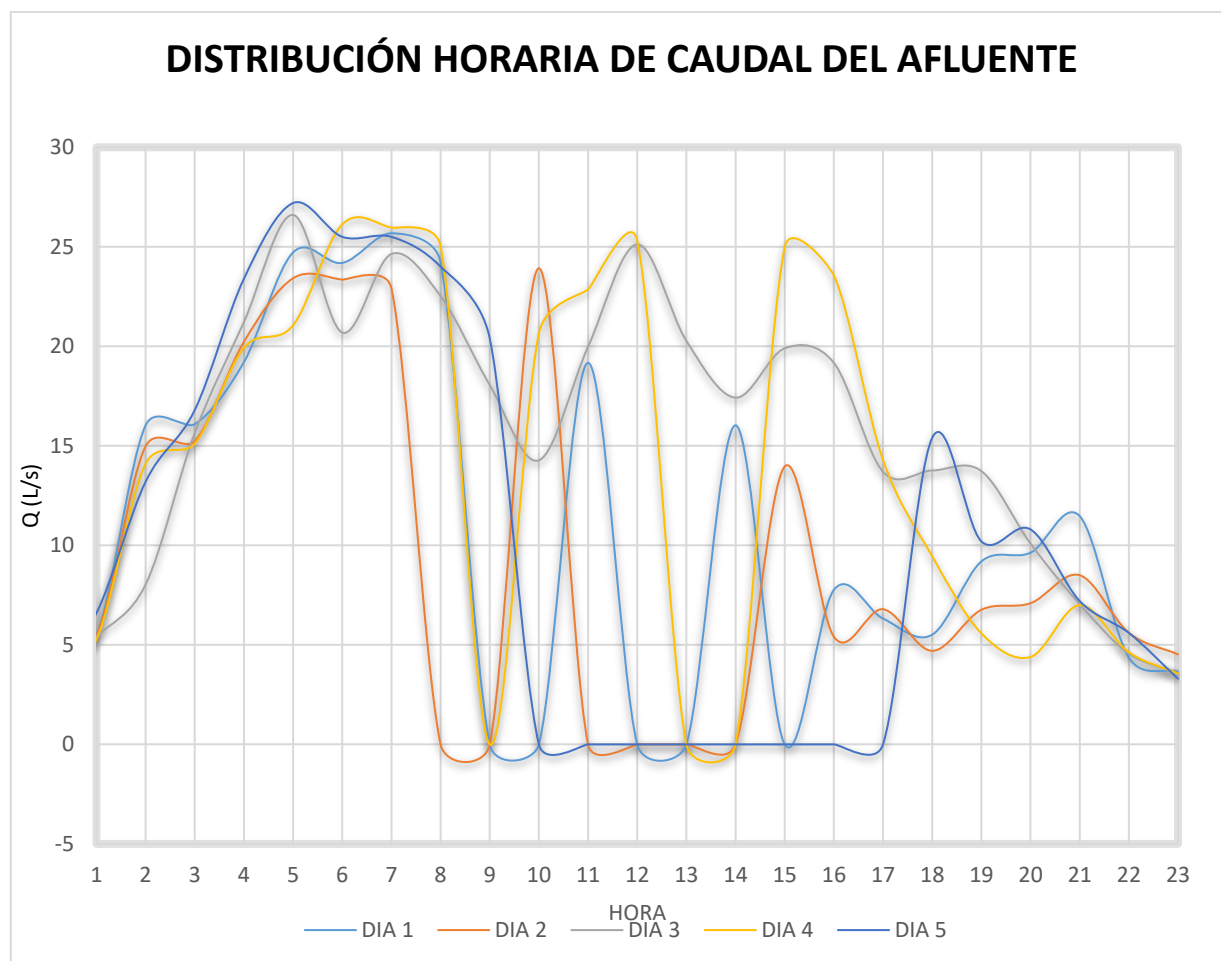
4.2. CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño se determinó mediante 02 métodos como son en situ (trabajo de campo) o teórico (aplicando el RNE OS.090), la Hoja de cálculo de estos dos métodos están descritos en el Anexo N° 09.

Tabla 9.*Distribución horaria de caudal del afluente*

Hora	Distribución horaria de caudal del afluente				
	DIA 1 caudal (L/S)	DIA 2 caudal (L/S)	DIA 3 caudal (L/S)	DIA 4 caudal (L/S)	DIA 5 caudal (L/S)
00:00	3.51	4.47	3.54	3.33	3.3
01:00	5.43	5.46	5.44	5.28	6.6
02:00	16.03	14.98	8.03	14.1	13.2
03:00	16.09	15.24	15.65	15.11	16.8
04:00	19.21	20.23	21.22	19.93	23.4
05:00	24.72	23.42	26.6	21.06	27.2
06:00	24.19	23.35	20.69	26.13	25.5
07:00	25.68	22.91	24.64	25.96	25.5
08:00	24.23	-	22.52	25.04	24
09:00	-	-	18.06	-	20.4
10:00	-	23.92	14.27	20.65	-
11:00	19.17	-	19.98	22.86	-
12:00	-	-	25.12	25.3	-
13:00	-	-	20.27	-	-
14:00	16.03	-	17.42	-	-
15:00	-	13.96	19.9	24.98	-
16:00	7.76	5.41	19.17	23.56	-
17:00	6.32	6.79	13.7	14.29	-
18:00	5.51	4.70	13.76	9.46	15.4
19:00	9.19	6.76	13.73	5.58	10.2
20:00	9.63	7.09	10.09	4.39	10.8
21:00	11.47	8.50	7.05	7	7.2
22:00	4.36	5.61	4.56	4.63	5.6
23:00	3.67	4.52	3.59	3.56	3.3

Nota: Elaboración propia

Figura 1.*Distribución horaria de caudal de afluente**Nota:* Elaboración Propia

4.3. CARACTERIZACION FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

Posteriormente, se muestran tabulados los hallazgos de los indicadores físicos, bacteriológicos y químicos correspondientes a dos muestras compuestas de aguas remanentes, las cuales se tomaron en función del caudal. Para el esbozo del recinto de procesamiento se requieren los datos más críticos, por lo que el muestreo se realizó durante la temporada de estiaje, periodo en el cual se registran las mayores reuniones de poluciones.

Tabla 10.

Caracterización fisicoquímico y bacteriológico

PARÁMETRO	UND	ÉPOCA		PROMEDIO
		1	2	
temperatura	°C	13.8	13.8	13.8
pH		6.5	6.52	6.51
Solidos Suspendidos Totales	mg/l	182	174	178
Aceites y Grasas	mg/l	98	105	101.5
Fosfatos PO ₄	mgPO ₄ /l	10.4	9.6	10
Nitratos NO ₃	mgNO ₃ /l	6.0	8.0	7
Demanda Química de Oxígeno DQO	mgO ₂ /l	8.78	10.5	9.64
Demanda Biológica de Oxígeno DBO ₅	mgO ₂ /l	195	203.0	199
Coliformes Fecales	NMP	2.4 x 10 ⁴	4.6 x 10 ⁸	2.3 x 10 ⁸

Nota: Elaboración Propia

4.4. BALANCE DE MASAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TENOLOGIAS

Tabla 11.

Parámetros de referencia para el balance de masas de la PTAR

DESCRIPCION	PARAMETROS DE DISEÑO			FUENTE
	DATO	CANT	UND	
Carga Orgánica	DBO ₅ :	199	mg/l	Análisis de Laboratorio
Solidos en Suspensión	SS:	178	mg/l	Análisis de Laboratorio
Coliformes Termo tolerantes	Cf:	230000000	NMP/100ml	Análisis de Laboratorio

Nota: Elaboración Propia

Tabla 12.

Blance de masas del tratamiento primaria para la propuesta de la PTAR

EFICIENCIA DE REMOCION EN SEDIMENTADOR PRIMARIO - TANQUE IMHOFF

MO ENTRADA			MO SALIDA		
DATO	CANT	UND	DATO	CANT	UND
Qp:	304.42	m3/dia	Qp:	304.42	m3/dia
DBO5:	199.00	mg/l	DBO5:	139.30	mg/l
DQO:	9.64	mg/l	DQO:	9.64	mg/l
SS:	178.00	mg/l	SS:	53.40	mg/l
Cf:	2.30E+08	NMP/10	Cf:	2.21E+07	NMP/10
OD:	20.00	mg/l	OD:	14.00	mg/l



FUE NTE	EFICIENCIA DE REMOCION (%)	MO TRASFORMADO		
		DATO	CANT	UND
BIOGRAFIA O RNE		Qp:	304.416	m3/dia
	30%	DBO5:	59.70	mg/l
	0%	DQO:	0.00	mg/l
	70%	SS:	124.60	mg/l
	90%	Cf:	2.08E+08	NMP/10
	30%	OD:	6.00	mg/l

Nota: Elaboración propia

Tabla 13.

Balance de masas del tratamiento secundario para la propuesta de la PTAR

EFICIENCIA DE REMOCION EN FILTRO BIOLOGICO

MO ENTRADA			MO SALIDA		
DATO	CANT	UND	DATO	CANT	UND
Qp:	304.42	m3/día	Qp:	304.42	m3/día
DBO5:	139.30	mg/l	DBO5:	69.65	mg/l
DQO:	9.64	mg/l	DQO:	9.64	mg/l
SS:	53.40	mg/l	SS:	5.34	mg/l
Cf:	2.21E+07	NMP/100ml	Cf:	2.12E+06	NMP/100ml
OD:	14.00	mg/l	OD:	7.00	mg/l

FUE NTE	EFICIENCIA DE REMOCION (%)	MO TRASFORMADO		
		DATO	CANT	UND
	50%	Qp:	304.416	m3/día
	0%	DBO5:	69.65	mg/l
	90%	DQO:	0.00	mg/l
	90%	SS:	48.06	mg/l
	90%	Cf:	2.00E+07	NMP/100ml
	50%	OD:	7.00	mg/l

Nota: Elaboración propia

Tabla 14.

Balance de masas para el control microbiológico para la propuesta de la PTAR

EFICIENCIA DE REMOCION EN CAMARA CONTACTO DE CLORO

MO ENTRADA			MO SALIDA			
DATO	CANT	UND		DATO	CANT	UND
Qp:	304.42	m3/dia		Qp:	304.42	m3/dia
DBO5:	69.65	mg/l		DBO5:	69.65	mg/l
DQO:	9.64	mg/l		DQO:	9.64	mg/l
SS:	5.34	mg/l		SS:	5.34	mg/l
Cf:	2.12E+06	NMP/100ml		Cf:	1.18E+04	NMP/100ml
OD:	7.00	mg/l		OD:	7.00	mg/l
			EFICIENCIA DE REMOCION			
BIOGRAFIA O RNE			(%)	DATO	CANT	UND
				Qp:	304.416	m3/dia
			0%	DBO5:	0.00	mg/l
			0%	DQO:	0.00	mg/l
			0%	SS:	0.00	mg/l
			99%	Cf:	2.11E+06	NMP/100ml
			0%	OD:	0.00	mg/l

Tabla 15.

Balance masas para la selección de procesos y operaciones unitarias de la propuesta de la PTAR

PARAMETRO	ECAs categoría 3)	LÍMITES MAXIMOS PERMISIBLES	VALOR EN DESCARGA	VALOR EN MEZCLA	OBSERVACION
DBO5 (mg/l)	< 15	100	69.65	11.61	NO REQUIERE TRATAMIENTO ADICIONAL
Solidos Suspendidos (mg/l)	< 100	150	5.34	0.89	NO REQUIERE TRATAMIENTO ADICIONAL
Coliformes Termo tolerantes NMP/100ml)	< 2000	10000	1.18E+04	1.96E+03	NO REQUIERE TRATAMIENTO ADICIONAL
Oxígeno Disuelto (mg/l)	> 05	-	7.00	7.00	NO REQUIERE TRATAMIENTO ADICIONAL

Nota: Elaboración propia.

4.5. PREDIMENSIONAMIENTO DE PTAR

4.5.1. DISEÑO CANAL DE INGRESO

Tabla 16.

Valores requeridos para el diseño del canal de ingreso a la PTAR

DESCRIPCION	DATOS DEL DISEÑO			FUENTE
	DATO	CANT	UND	
Caudal promedio	Qp:	21.14	l/s	Cálculo de caudales
Caudal máximo diario	Qmd:	22.19	l/s	Cálculo de caudales
Caudal máximo horario	Qmh:	34.49	l/s	Cálculo de caudales
Caudal mínimo	Qmin:	10.57	l/s	Cálculo de caudales

Nota: Elaboración propia.

Tabla 17.

Parámetros requeridos para el diseño del canal de ingreso según normativa peruana.

PARAMETROS DEL DISEÑO				
DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
Forma de la barra rectangular	K:	2.42	*	Según KISCHMER
Espesor de la barra 5 - 15 mm	e :	1	pulg	RNE OS.090
Separación entre barras 20 - 50 mm	a :	1	pulg	RNE OS.090
Profundidad de las barras 30 - 75 mm	b:	1 1/2	l/s	RNE OS.090
Velocidad en las barras (0.60 - 0.75 m/s)	Vr :	0.75	m/s	RNE OS.090
Vel. antes de las barras (0.30 -0.60 m/s)	Vc :	0.45	m/s	RNE OS.090
Ang. de inclinación de las barras 45 - 60°	θ :	45	°	RNE OS.090
Gravedad	g :	9.81	m/s	Bibliografía
Coef. De rugosidad del canal	n:	0.013	*	Bibliografía

Nota: Elaboración propia.

Tabla 18.

Criterios propios de diseño del canal de ingreso.

CRITERIOS DEL DISEÑO

DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
Ancho del Canal	B :	0.80	m	Criterio técnico - propio
Diámetro de ingreso	Φ :	0.20	m	Cálculo de Emisor

Nota: Elaboración propia.

Tabla 19.

Cálculo de la eficiencia de barras para el diseño de cámara de rejas.

CALCULO DE EFICIENCIA DE BARRAS

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$E = \frac{a}{(a+e)}$	Separación entre barras	a :	1	pulg	Eficiencia de las barras de criba
	Espesor de las barras	e :	1	pulg	
	Eficiencia	E :	50	%	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 20.

Cálculo del canal de cribas y/o rejas.

CALCULO DE CANAL DE CRIBAS / REJAS						
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO	
$A_u = \frac{Q_{mh}}{(V_r * 1000)}$	Caudal máximo horario	$Q_{mh} :$	34.49	l/s	Área útil del canal	
	Velocidad en las barras	$V_r :$	0.75	m/s		
	Área útil	$A_u :$	0.046	m ²		
$A_c = \frac{A_u}{E}$	Área del canal	$A_c :$	0.092	m ²	Área del canal de criba	
$Y_{max} = \frac{A_c}{B}$	Ancho del canal	$B :$	0.80	m	Tirante máximo del canal	
	Tirante máximo	$Y_{max} :$	0.110	m		
$R_h = \frac{A_c}{P_m} = \frac{A_c}{(2Y+B)}$	Radio hidráulico	$R_h :$	0.090	m	Radio hidráulico del canal	
$S = \left(\frac{Q_{max} * n}{A_c * R_h^{2/3}} \right)^2$	Coef. De rugosidad del canal	$n :$	0.013	*	Pendiente del canal de criba	
	Pendiente del canal	$S :$	0.10	%		
$V_c = \frac{Q_{max}}{A_c}$	Velocidad en el canal	$V_c :$	0.38	m/s	Correcta RNE OS.090	
$R = \frac{Q_{min} * n}{S^{1/2} * B^{8/3}}$	Caudal mínimo	$Q_{min} :$	10.57	l/s	Radio hidráulico mínimo del canal	
	Radio hidráulico	$R :$	0.0008	m		
$Y_{min} = 0.093 * B$	Tirante mínimo	$Y_{min} :$	0.074	m	Tirante mínimo del canal	
$A_{min} = Y_{min} * B$	Área mínima	$A_{min} :$	0.060	m ²	Área mínima del canal	
$V_{min} = \frac{Q_{min}}{A_{min}}$	Velocidad mínima	$V_{min} :$	0.18	m/s	Velocidad mínima del canal	
$N = \frac{(B-a)}{(e+a)}$	Numero de barras	$N :$	15.00	und	Numero de barras para la criba	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 21.

Cálculo de la pérdida de carga de la cámara de rejas.

PERDIDA DE CARGA EN LAS REJAS					
FORMULA	DESCRIPCION	Dto	CANT	UND	RESULTADO
Según Kirshner (Rejas Limpias)					
$h_v = \frac{V_r^2}{2g}$	Velocidad en las barras	V_r	0.75	m/s	Pérdida de energía en la rejilla
	Gravedad	g	9.81	m/s ²	
	Pérdida de carga	H_v	0.0287	m	
	Factor de sección rectangular de barra	K	2.42	*	
	Espesor de la barra	e	1	pulg	Pérdida de carga total en la rejilla
$H = \left(\frac{1}{1 + \frac{K}{2}} \right) \cdot h_v$	Separación entre barras	a	1	pulg	
	Angulo de inclinación de la barra	θ	45	°	
	Pérdida de carga	H_r	0.049	m	
Según Metcalf-Eddy (Rejas Obstruidas)					
$V = \frac{V_r}{t}$	Velocidad en las barras	V_r	0.75	m/s	Velocidad en la rejas con un 50% de obstrucción
	% De obstrucción en rejas	t	50.00	%	
	Velocidad en las barras	V_r	1.50	m/s	
$H = \left(\frac{2}{t} - \frac{V_r^2}{2g} \right) / 0.70$	Gravedad	g	9.81	m/s ²	Pérdida de carga total en la rejilla
	Pérdida de carga final	H_f	0.12	m	
	Pérdida de carga elegida entre (H_r , H_f) es la mayor valor	H_t	0.12	m	Pérdida de carga final

Nota: Elaboración propia.

Tabla 22.

Cálculo de la altura máxima de las rejas y/o cribas.

CALCULO DE LA ALTURA DE LA REJA					
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$H = Y_{max} + BL$	Tirante máximo del canal	Y_{max}	0.110	m	Altura útil de la reja
	Borde libre del canal	BL	0.74	m	
	Altura de la reja	H	0.850	m	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 23.

Cálculo de la longitud horizontal total del canal de cribas.

CALCULO LONGITUD DE LA REJA					
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$L = \frac{H}{\sin \theta}$	Altura de la reja	H :	0.850	m	Longitud de la reja
	Angulo de inclinación	θ :	45.00	°	
	Longitud	L :	1.20	m	
$Ph = \frac{H}{\tan \theta}$	Proyección horizontal	PH :	0.90	m	Proyección Horizontal de la reja

Nota: Elaboración propia.

Tabla 24 :

Cálculo de la longitud de transición de la cámara de rejillas.

CALCULO DE ZONA DE TRANSICION					
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$L' = \frac{(B - \phi)}{2 * \tan(\phi)}$	Ancho del canal	B :	0.80	m	Longitud de zona de transición
	Diámetro de tubería de entrada	ϕ :	0.20	m	
	Angulo de dirección	ϕ :	12.50	°	
	Longitud	L :	1.40	m	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 25. Cálculo del material total de cribado

MATERIAL CRIBADO

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$M_{tc} = Q_{mh} * M_c * 24 * 60$	Caudal máximo horario	Qmh :	0.0345	m3/s	Longitud de zona de transición
	Cantidad de material cribado de tabla	M c :	0.023	l/m3	
	Material cribado	Mtc :	68.54	ld	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 26.

Cálculo de las dimensiones del vertedero.

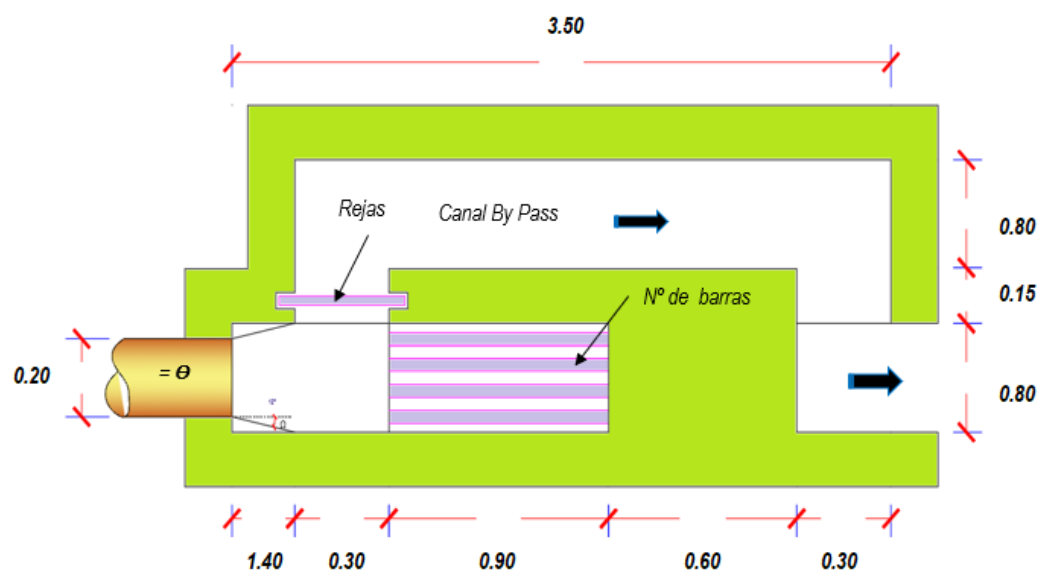
CALCULO DE VERETEDERO DE SALIDA

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$H_v = \left(\frac{M_c}{1838 \cdot B} \right)^{2/3}$	Cantidad de material cribado de tabla	$M_c :$	0.0230	m^3	Longitud de zona de transición
	Ancho del canal	$B :$	0.80	m	
	Altura del vertedero	$H_v :$	0.06	m	

Nota: Elaboración propia.

Figura 2.

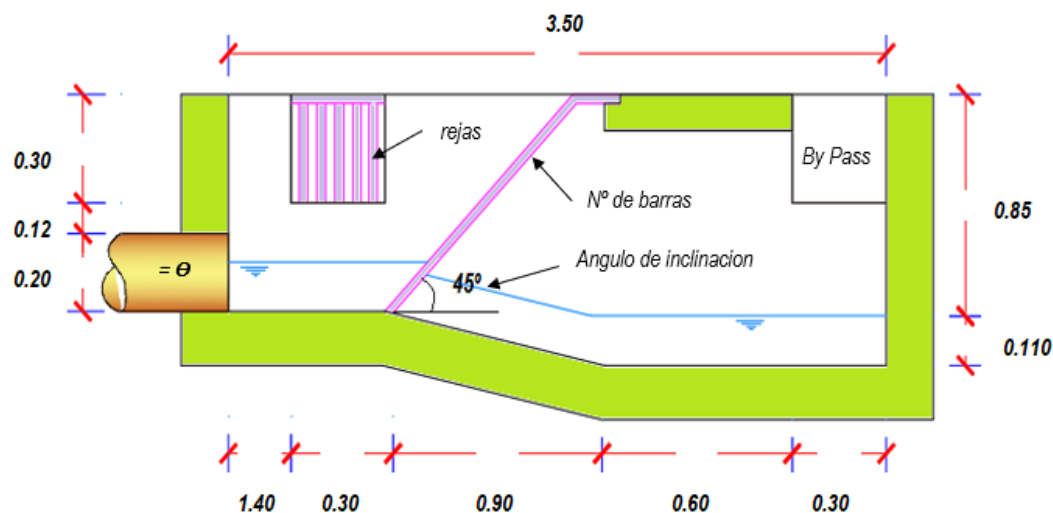
Dimensionamiento de la cámara de rejas de la propuesta de la PTAR – Vista en planta.



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.

Dimensionamiento de la cámara de rejillas de la propuesta de la PTAR – Vista en corte.



Nota: Elaboración propia.

4.5.2. DISEÑO DE DESARENADOR

Tabla 27.

Parámetros básicos considerados para el diseño del desarenador.

DATOS DEL DISEÑO				
DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
Caudal promedio	Q_p :	21.14	l/s	Cálculo de caudal
Caudal máximo diario	Q_{md} :	22.19	l/s	Cálculo de caudal
Caudal máximo horario	Q_{mh} :	34.49	l/s	Cálculo de caudal
Caudal mínimo	Q_{min} :	10.57	l/s	Cálculo de caudal

Nota: Elaboración propia.

Tabla 28.

Parámetros considerados para el diseño del desarenador de la propuesta de la PTAR

propuesta de la PTAR

PARAMETROS DEL DISEÑO				
DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
Densidad relativa de la arena	Dr :	2.65	*	CEPIS
Diámetro de la partícula 0.20mm	Φ :	0.020	cm	RNE O.S.000
Viscosidad sinetica	b:	0.0101	cm ² /s	CEPIS
Velocidad horizontal 0.30 + 20%	Vh :	0.30	m/s	RNE O.S.000
Velocidad de sedimentación	Vs:	0.053	m/s	CEPIS
Tasa de remoción 40 -70 m ³ /m ² /h	Gr :	70	m ³ /m ² /h	RNE O.S.000
Coef. De rugosidad del canal	n:	0.013	*	Bibliografía

Nota: Elaboración propia.

Tabla 29.

Criterios propios para el diseño del desarenador de la propuesta de la PTAR

CRITERIOS DEL DISEÑO				
DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
Ancho del Canal ingreso desarenador	B :	0.80	m	Calculo cámara de rejas
Temperatura de agua	T:	13	°C	Dato del campo

Nota: Elaboración propia.

Tabla 30.

Cálculo de del ancho del canal del desarenador de la propuesta de la PTAR.

CALCULO DE ANCHO DEL DE SARE NADOR					
FORMULA	DE SCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$A = Q_{mh}/V_h$	Caudal máximo horario	$Q_{mh} :$	0.0345	m ³ /s	Área del canal del desarenador
	Velocidad de horizontal	$V_h :$	0.30	m/s	
	Área del canal	$A :$	0.115	m ²	
$A = 1.5 * B^2$	Ancho del canal	$B :$	0.28	m	Ancho del canal de desarenador
	Ancho del canal recomendable	$B :$	0.80	m	
$H = 1.5*B$	Altura del canal	$H :$	1.20	m	Altura útil del canal

Nota: Elaboración propia.

Tabla 31.

Cálculo de la longitud del desarenador de la propuesta de la PTAR.

CALCULO DE LONGITUD DEL DE SARENADOR

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
Tr = H / Vs	Altura del canal	H :	1.200	m	Tiempo de retención
	Velocidad de sedimentación	Vs :	0.05	m/s	
	Tiempo de retención	Tr :	22.64	seg	
L =Tr * Vh	Velocidad horizontal	Vh :	0.300	m/s	Longitud teórica del desarenador
	Longitud Teórica	L :	6.79	m	
Según la norma se adiciona un 25% de longitud cada lado del desarenador RNE OS.090					
Lf = 25% * L	Longitud final	Lf:	8.50	m	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 32.

Cálculo de la pendiente del canal del desarenador de la propuesta de la PTAR.

CALCULO DEL PENDIENTE DEL CANAL					
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
	Área del canal	A_c :	0.332	m ²	
$R_h = \frac{A_c}{P_m} = \frac{A_c}{(ZY+B)}$	Altura del canal	$Y = H$:	1.20	m	Radio hidráulico horizontal
	Ancho del canal	B :	0.28	m	
	Radio hidráulico	R_h :	0.12	m ² /m	
	Coefficiente de rugosidad	n :	0.013	*	
$V_h = \frac{1}{n} \cdot R_h^{\frac{2}{3}} = \frac{1}{n^{\frac{1}{2}}}$	Velocidad de horizontal	V_h :	0.30	m/s	Pendiente del canal de desarenador
	Pendiente del canal	S :	0.0246	%	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 33.

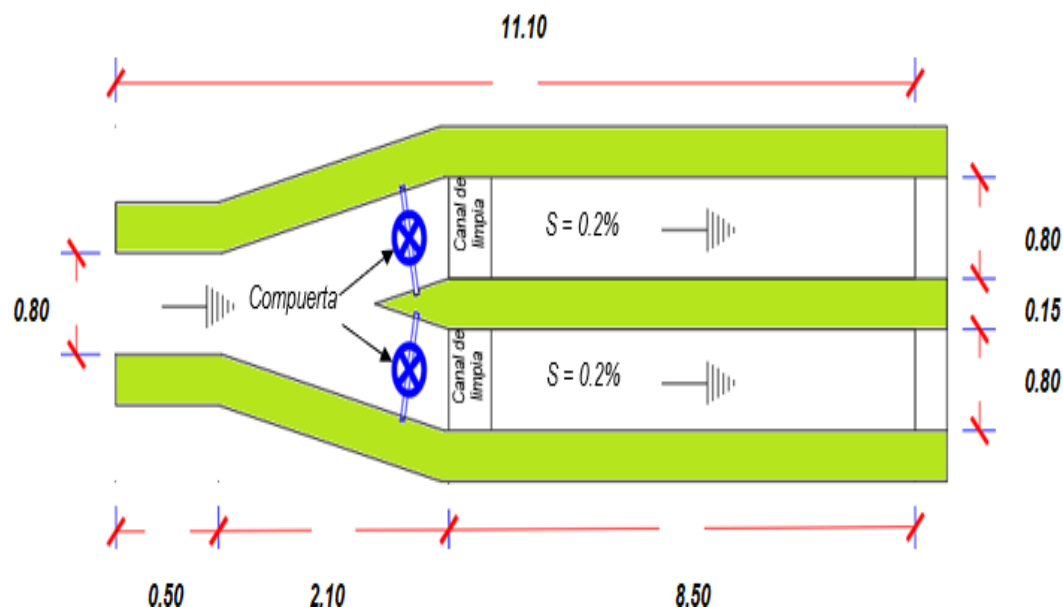
Cálculo de la longitud de la zona de transición del desarenador de la propuesta de la PTAR.

CALCULO DE LONGITUD DE ZONA DE TRANSICION					
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
	Ancho total de desarenador	B_t :	1.75	m	
$L_s = \frac{B_t - B}{\tan \phi}$	Ancho del canal de ingreso	B :	0.80	m	Longitud de zona de transición
	Angulo de inclinación	ϕ :	12.50	°	
	Longitud	L_s :	2.10	m	

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.

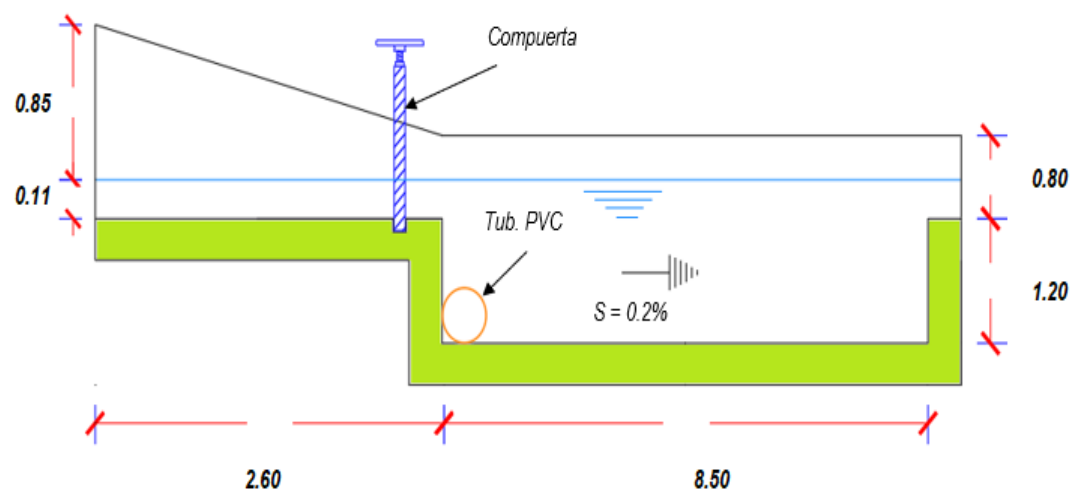
Dimensionamiento del desarenador de la propuesta de la PTAR – Vista en planta.



Nota: Elaboración propia.

Figura 5.

Dimensionamiento del desarenador de la propuesta de la PTAR – Vista en corte.



Nota: Elaboración propia.

4.5.3. CANAL PARSHAL

Tabla 34.

Parámetros de diseño considerados para el canal parshal de la propuesta de la PTAR.

DESCRIPCION	DATOS DEL DISEÑO			FUENTE
	DATO	CANT	UND	
Caudal promedio	Qp:	21.14	l/s	Cálculo de caudales
Caudal máximo diario	Qmd:	22.19	l/s	Cálculo de caudales
Caudal máximo horario	Qmh:	34.49	l/s	Cálculo de caudales
Caudal mínimo	Qmin:	10.57	l/s	Cálculo de caudales

Nota: Elaboración propia.

Tabla 35.

Cálculo de la garganta del canal parshal de la propuesta de la PTAR

CALCULO DE ANCHO DE LA GARGANTA					
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
	Ancho del desarenador	B:	0.80	m	
$W = B/2$	Ancho de la garganta	W:	0.40	m	Ancho de la garganta del canal parshall
	Ancho de la garganta	W :	12.00	pulg	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 36.

Cálculo de la garganta del canal parshal de la propuesta de la PTAR

TABLA N°01: Ancho de la garganta				
W	n	K		
(Pulg)	(m)	unid (m)	unid (USA)	
1	0.025	1.55	0.13	0.02
2	0.051	1.55	0.15	0.05
3	0.076	1.55	0.18	0.10
6	0.152	1.58	0.38	2.06
9	0.229	1.53	0.54	3.07
12	0.305	1.52	0.69	4.00
18	0.457	1.54	1.05	6.00
24	0.610	1.55	1.43	8.00
36	0.915	1.56	2.18	12.00
48	1.220	1.58	2.94	16.00
60	1.525	1.59	3.73	20.00
72	1.830	1.60	4.52	24.00
84	2.135	1.60	5.31	28.00
96	2.440	1.61	6.10	32.00

Nota: Elaboración propia.

Tabla 37.

Cálculo de la altura a diferentes caudales del canal parshal

CALCULO DE ALTURA DE AGUA PARA CAUDALES DIFERENTES				
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND
$H = \left(\frac{Q}{K} \right)^{\frac{1}{n}}$	Caudal máximo horario	Qmax :	0.0345	m3/s
	factor Tabla N°01	K :	0.69	m
	Constante Tabla N°01	n :	1.52	*
	Altura máxima	Hmax :	0.140	m
$H = \left(\frac{Q}{K} \right)^{\frac{1}{n}}$	Caudal medio	Qmed :	0.0211	m3/s
	factor Tabla N°01	K :	0.69	m
	Constante Tabla N°01	n :	1.52	*
	Altura medio	Hmed :	0.101	m
$H = \left(\frac{Q}{K} \right)^{\frac{1}{n}}$	Caudal mínimo	Qmin :	0.0106	m3/s
	factor Tabla N°01	K :	0.69	m
	Constante Tabla N°01	n :	1.52	*
	Altura mínimo	Hmin :	0.064	m

Nota: Elaboración propia.

Tabla 38.

Cálculo del resalto del canal parshall

CALCULO DEL RESALTO "Z"

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$Z = \frac{Q_{\max}^2 H_{\min} - Q_{\min}^2 H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$	Caudal máximo	Qmax :	0.0345	m3/s	El resalto Z del canal parshall
	Altura mínima	Hmin:	0.064	m	
	Caudal mínimo	Qmin :	0.0106	m3/s	
	Altura máxima	Hmax:	0.140	m	
	El resalto "z"	Z:	0.031	m	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 39.

Dimensionamiento del canal parshall

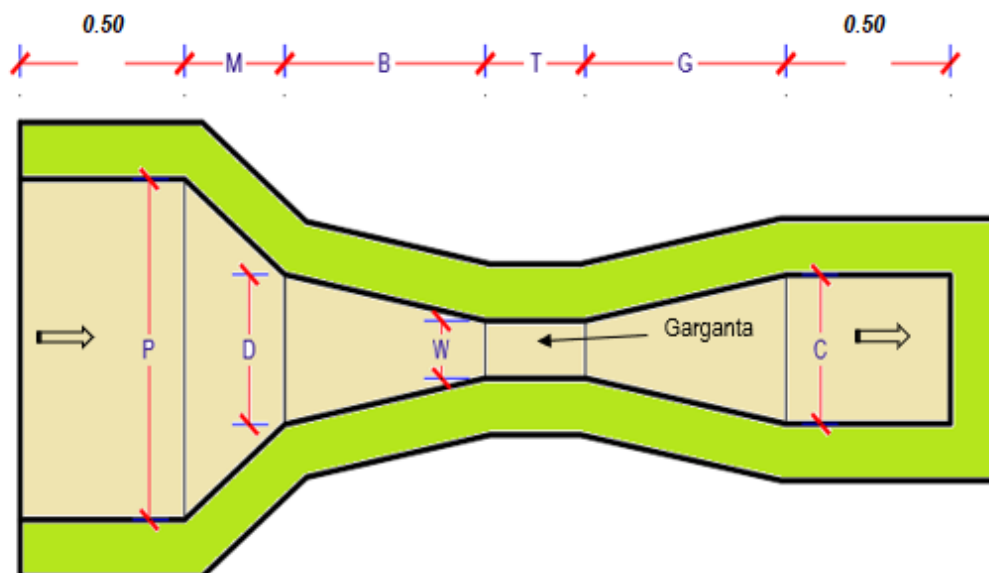
DIMENSIONES DEL CANAL PARSHALL															
W	A	a	B	C	D	E	T	G	K	M	N	P	R	X	
(cm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2.54	25.4	363	245	356	93	167	229	76	203	19		29			8
5.08	50.8	414	276	406	135	214	254	114	254	22		43			16
7.62	76.2	467	311	457	178	259	610	152	305	25.4		57.2			25.4
15.24	152.4	621	414	610	394	397	610	305	610	76	305	114	902	406	51
22.86	228.6	879	587	864	381	575	762	305	457	76	305	114	1080	406	51
30.48	304.8	1372	914	1343	610	845	914	610	914	76	381	229	1492	508	51
45.72	457.2	1448	965	1419	762	1026	914	610	914	76	381	229	1676	508	51
60.69	606.9	1524	1016	1495	914	1206	914	610	914	76	381	229	1854	508	51
91.44	914.4	1676	1118	1645	1219	1572	914	610	914	76	381	229	2222	508	51
121.9	1219	1829	1219	1794	1524	1937	914	610	914	76	457	229	2711	610	51
152.4	1524	1981	1321	1943	1829	2302	914	610	914	76	457	229	3080	610	51
182.9	1829	2134	1422	2092	2134	2667	914	610	914	76	457	229	3442	610	51
213.4	2134	2286	1524	2242	2438	3032	914	610	914	76	4567	229	3810	610	51

A	137.20	cm	E	91.40	cm	N	22.90	cm
a	91.40	cm	T	61.00	cm	P	149.20	cm
B	134.30	cm	G	91.40	cm	R	50.80	cm
C	61.00	cm	K	7.60	cm	X	5.10	cm
D	84.50	cm	M	38.10	cm	Y	7.60	cm

Nota: Elaboración propia.

Figura 6.

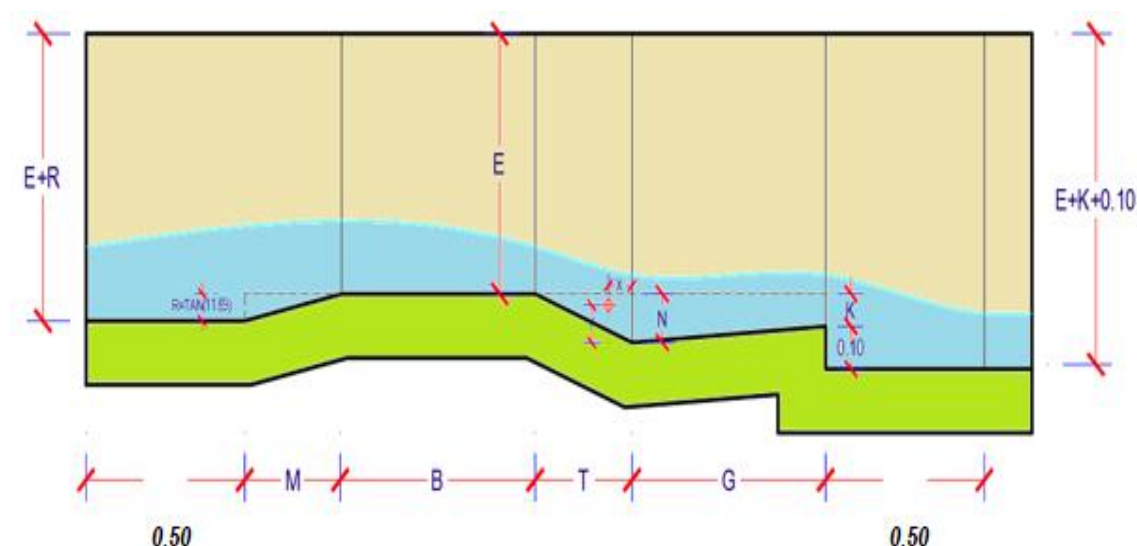
Dimensionamiento del canal parshall de la propuesta de la PTAR – Vista en planta



Nota: Elaboración propia.

Figura 7.

Dimensionamiento del canal parshall de la propuesta de la PTAR – Vista en corte



Nota: Elaboración propia.

4.5.4. DISEÑO DE TANQUE IMHOFF

Tabla 40.

Parámetros de diseño para el diseño del tanque Imhoff

DATOS DEL DISEÑO			
Caudal promedio	Q_p :	3.52 l/s	Cálculo de caudales
Caudal máximo diario	Q_{md} :	3.70 l/s	Cálculo de caudales
Caudal máximo horario	Q_{mh} :	5.75 l/s	Cálculo de caudales
Caudal mínimo	Q_{min} :	1.76 l/s	Cálculo de caudales

Nota: Elaboración propia.

Tabla 41.

Cálculo de la Zona del sedimentador y zona de digestión del tanque Imhoff la propuesta de la PTAR

PARAMETROS DEL DISEÑO				
DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
ZONA DE SEDIMENTADOR				
Carga superficial	C_s :	1.00	m ³ /m ² /h	RNE OS.090
Periodo de retención 1.5 - 2.5	T_r :	1.50	hrs	RNE OS.090
Angulo de inclinación fondo 50° - 60°	β :	60	°	RNE OS.090
Ancho de la arista central 0.15 - 0.20	a :	0.20	m	RNE OS.090
Prolongación de lado 0.15 - 0.20	l :	0.20	m	RNE OS.090
Borde libre	BL :	0.30	m	RNE OS.090
La relación Largo/Ancho 3.00 - 10.00 m	L/B :	3.00	m	RNE OS.090
La relación Largo/Altura 5.00 - 30.00 m	L/H :	30.00	m	RNE OS.090
Numero de sedimentadores	N_S :	2.00	und	Criterio técnico - propio
ZONA DE DIGESTION				
Densidad de sólidos	D_s :	1.05	kg/l	RNE OS.090
Altura máxima de lodos	H_l :	0.50	m	RNE OS.090
Angulo de inclinación fondo 15° - 30°	α :	30	°	RNE OS.090
Espaciamiento libre mínimo 1.00m	e :	1.00	m	RNE OS.090
superficie libre será 30% super. Total	A_l :	30.00	%	RNE OS.090
Temperatura del aire	T :	15.00	°C	Estudio de la zona
Tasa de acumulación de lodos	Tal :	45.00	Vhab. Año	RNE OS.090

Nota: Elaboración propia.

Tabla 42.

Cálculo del Volumen de sedimentador

CALCULO DE UN SEDIMENTADOR					
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$A_s = \frac{Q_d}{C_s}$	Caudal de diseño	$Q_d :$	12.68	m ³ /h	
	Numero de sedimentadores	$N_S :$	2	und	Área unitaria del sedimentador
	Carga superficial	$C_s :$	1.00	m ³ /m ² /h	
	Área del sedimentador	$A_s :$	6.34	m ²	
$V_s = Q_d \cdot R$	Periodo de retención	$R :$	1.50	hrs	Volumen unitario del sedimentador
	Volumen del sedimentador	V_s	9.51	m ³	

Nota: Elaboración propia.

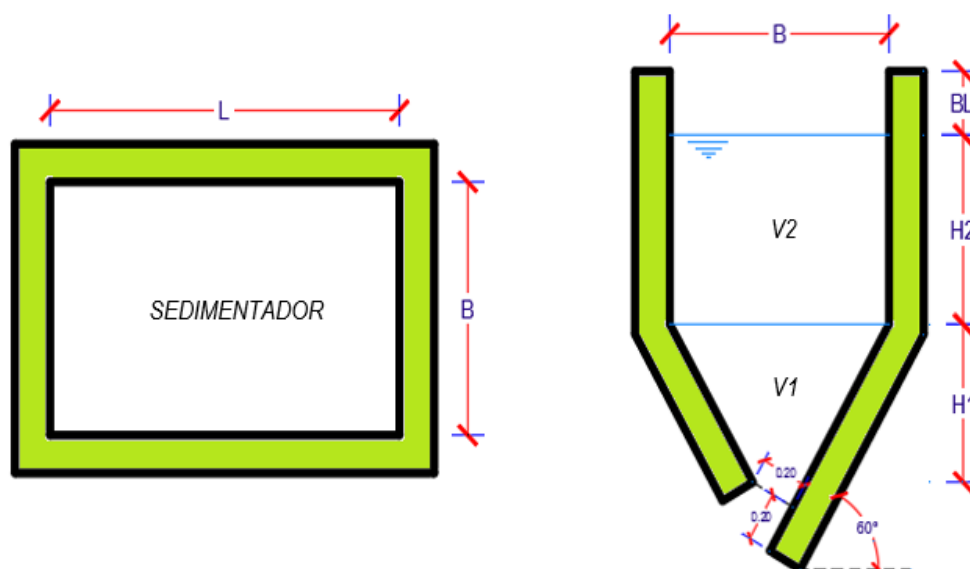


Tabla 43.

Cálculo de la altura del sedimentador del tanque Imhoff

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$A_s = L \cdot B$	Ancho unitario del sedimentador	$B :$	1.45	m	Dimensiones del sedimentador
	Largo unitario del sedimentador	$L :$	5.80	m	
$H_1 = (B/2) \cdot \tan \beta$	Angulo de inclinación	$\beta :$	60.00	°	Altura uno
	Altura uno del sedimentador	$H_1 :$	1.28	m	
$V_1 = H_1 \cdot L \cdot B/2$	Volumen uno del sedimentador	$V_1 :$	5.30	m ³	Volumen uno
$H_2 = (V - V_1) / (L \cdot B)$	Altura dos del sedimentador	$H_2 :$	0.50	m	Altura dos
$HT = H_1 + H_2 + BL$	Borde libre	$BL :$	0.30	m	Altura total del sedimentador
	Altura del sedimentador	$HT :$	2.06	m	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 44.

Cálculo de la Zona de espuma del tanque Imhoff

CALCULO DE ZONA DE ESPUMA					
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$Alt = 30\% \cdot At$	Área libre total de digestión	Alt:	5.44	m2	Área libre total de zona de digestión
$At = Ast + Al$	Área total de sedimentación	Ast:	12.68	m2	Área total de tanque Imhoff
$Ast = 70\% \cdot At$	Área total de tanque Imhoff	At:	18.12	m2	
$Alt = L \cdot alt$	Longitud	L:	5.80	m	Ancho total del digestor
	Ancho total de área libre	alt:	0.90	m	
$altu = alt / N^o$	Numero de digestores	ND:	3	und	Ancho unitario del digesto
	Ancho unitario de área libre	altu:	0.30	m	
Teniendo en cuenta que ancho de área libre mínima es 1.00 m		altu:	1	m	Ancho unitario corregida
$At' = (ND \cdot altu + (ND+1) \cdot ec + NS \cdot B) \cdot L$		ec:	0.30	m	Nueva área total del tanque Imhoff
Área total nueva		At':	41.18	m2	
$Alt' = ND \cdot altu \cdot L$	Nueva área libre total	Alt':	17.40	m2	Nueva área libre total
Se debe cumplir la siguiente condición $Alt' > 30\%$		Alt':	42.25	%	

Nota: Elaboración propia.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 45.

Dimensionamiento de la cámara de digestión del Tanque Imhoff

DIMENSIONAMIENTO DE LA CAMARA DE DIGESTION					
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$Tal'' = Tal * f$	Tasa de acumulación de lodos	Tal :	0.05	m ³ /hab. año	Nueva tasa de acumulación de lodos
	Factor de corrección	f :	1.00	*	
	Nueva tasa de acumulación de lodos	Tal'' :	0.05	m ³ /hab. año	

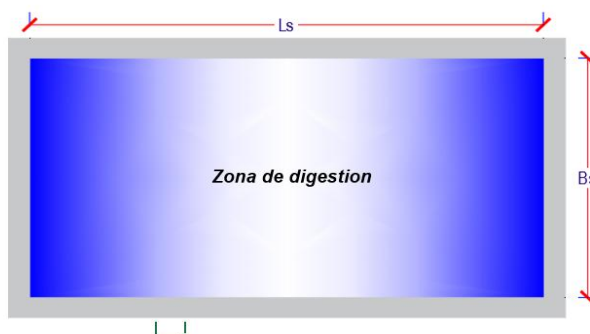
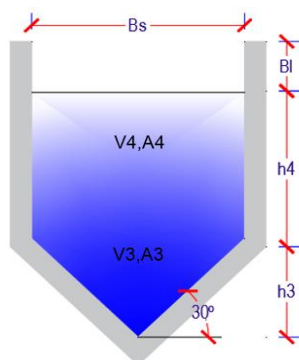
Factores de capacidad relativa y tiempo de digestión de lodos RNE O S.090

Temperatura °C	Tiempo de digestión de lodos (días)	Factor de capacidad relativa
5	110	2
10	76	1.4
15	55	1
20	40	0.7
25	30	0.5

Tabla 46.

Cálculo del Volumen total de digestión del tanque de Imhoff

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$Vd = Tal'' * Pf$	Población al año 20	Pf :	4509	hab	Volumen total de tanque de digestión
	Volumen de tanque de digestión	Vd :	202.91	m ³	
	Numero de tanque Imhoff	N :	2	und	
$Vidu = Vd/(N*n)$	Numero de tolvas consideradas	n :	2	und	Volumen unitario de cada tolva
	Volumen de cada tolva	$Vidu$:	50.73	m ³	



Nota: Elaboración propia.

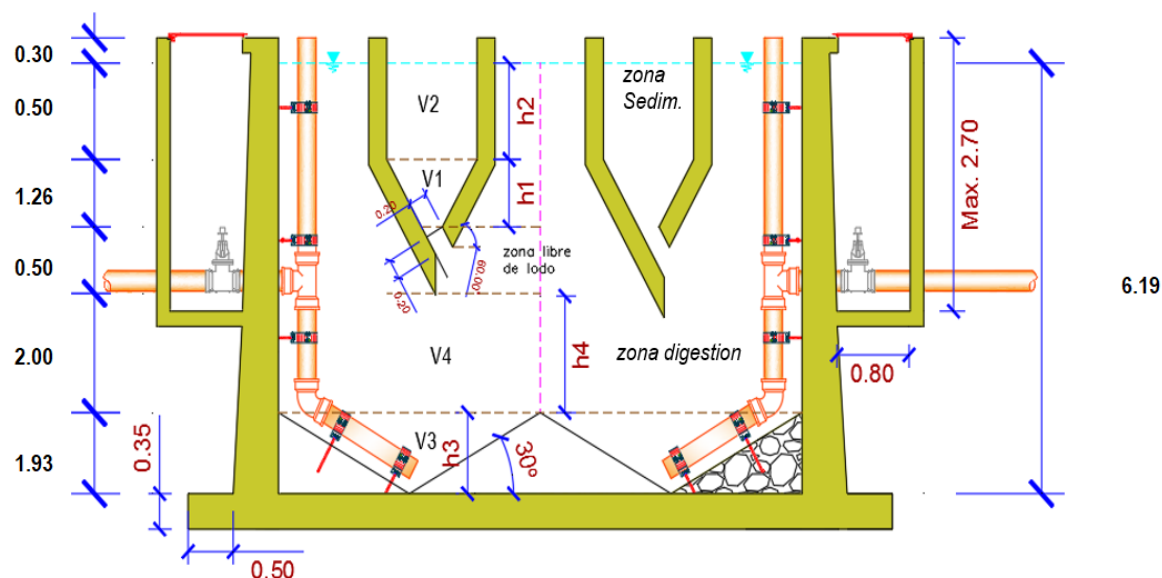
Tabla 47.

Cálculo de los Volúmenes de finales del tanque Imhoff

FORMULA	DESCRIPCION	DAT O	CANT	UND	RESULTADO
	Numero de sedimentadores	Ns:	2	und	
$ausd = (Ns \cdot B) + ((Ns+1) \cdot altu)$	Ancho del sedimentador	Bs:	1.45	m	Ancho útil de zona de digestión
	Ancho de área libre unitaria	altu:	1	m	
	Ancho útil de zona de digestión	ausd:	5.90	m	
	Número total de muros	Nº:	4	und	
$atsd = auss + N^\circ \cdot am$	Ancho de cada muro	am :	0.20	m	Ancho total de zona de digestión
	Ancho total de zona de digestión	atsd:	6.70	m	
$Abp = (L/n) \cdot atsd$	Longitud de sedimentación	Ls:	5.80	m	Área de la base de tolva
	Área base de la pirámide	Abp :	19.43	m ²	
	Angulo de inclinación	α :	30.00	°	
$h3 = (atsd \cdot \tan(\alpha/2))$	Altura de la tolva	h3 :	1.93	m	Altura de la tolva
$V3 = Abp \cdot (h3/3)$	Volumen de la tolva	V3:	12.50	m ³	Volumen de la tolva
$V4 = Vtdu - V3$	Volumen cuatro	V4 :	38.23	m ³	Volumen Nº04
$h4 = V4/Abp$	Altura Nº04	h4 :	2.00	m	Altura Nº04
	Altura de lodo 0.50 m por debajo de sedimentador RNE	Bl:	0.50	m	Borde libre
	Altura total de tanque IMHOFF	HT :	8.48	m	Altura total de tanque

Tabla 48.

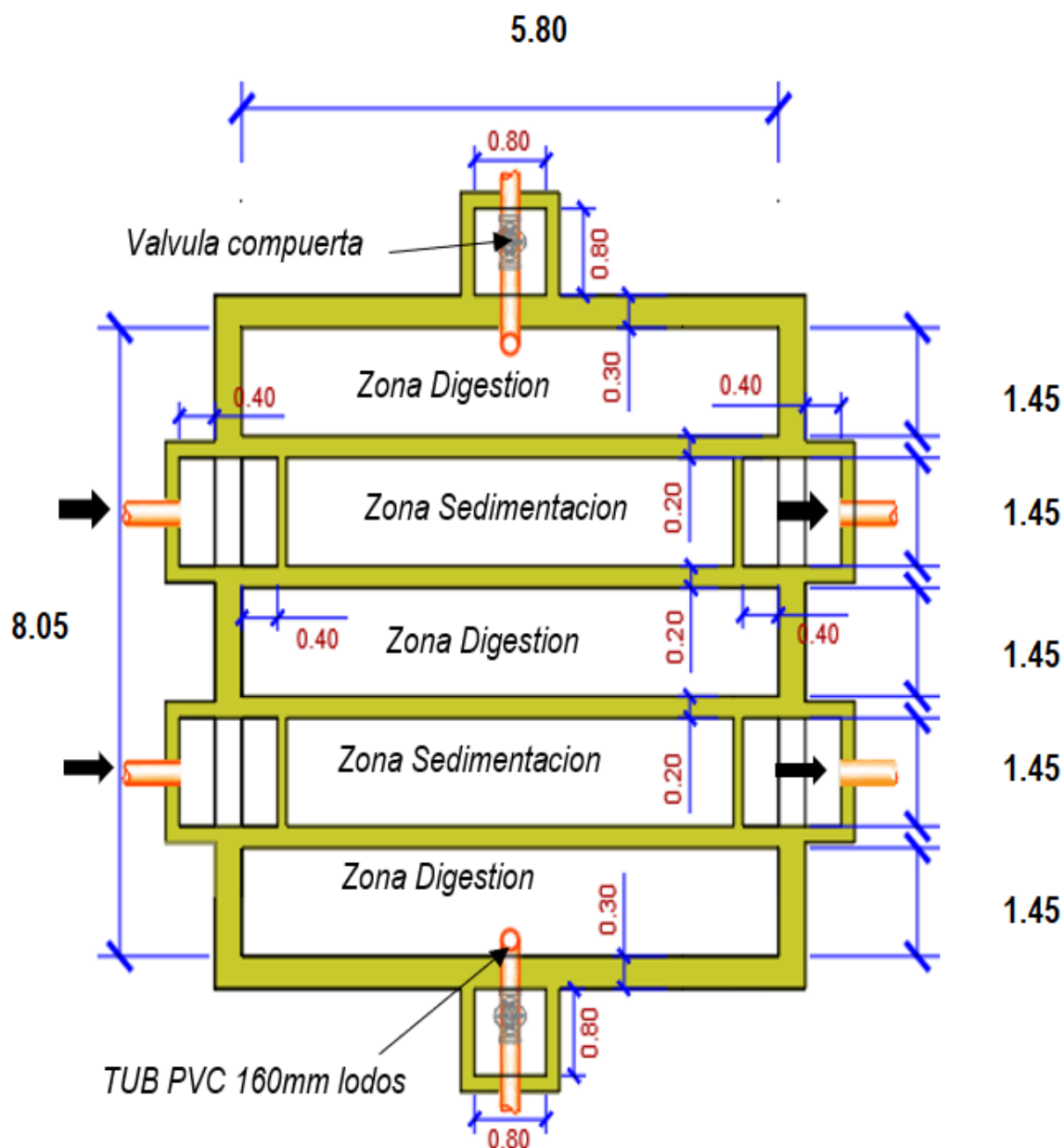
Vista en Corte del Tanque Imhoff



Nota: Elaboración propia.

Tabla 49.

Vista en Planta del Tanque Imhoff



Nota: Elaboración propia.

4.5.5. DISEÑO DE LECHO DE SECADO

Tabla 50.

Valores requeridos para el diseño del lecho secado de la propuesta de la PTAR

DESCRIPCION	DATOS DEL DISEÑO			FUENTE
	DATO	CANT	UND	
Caudal promedio	Qp:	304.41 6	m ³ /di a	Cálculo de caudales
Altitud promedio de la zona	CT:	3000	msn m	Topografía
Temperatura promedio de la zona	T:	13.00	°C	Estación meteorológica
Nº de unidades de lecho de secado	N:	4.00	und	Criterio técnico

Nota: Elaboración propia.

Tabla 51.

Parámetros requeridos para el diseño del Lecho se secado de la PTAR

PARAMETROS DEL DISEÑO				
DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
Periodo de retención (4 a 8)	Tr:	5	Hrs	RNE OS. 090 Item.5.9.6.3
Contribución percapita del solido	Cps:	90.00	gr/hab.dia	CEPIS
Densidad de lodos digeridos(1.03 y 1.04)	Gsd :	1.04	Kg/l	RNE OS.090 Item.5.9.6.2
% lodos digeridos primario (8% a 12%)	Ldp :	10.00	%	RNE OS.090 Item.5.9.6.2
Profundidad de aplicación (20 -40 cm)	Ha :	0.30	m	RNE OS.090 Item.5.9.6.3
Ancho de lecho de secado (3 -6 m)	B:	3.00	m	RNE OS.090 Item.5.9.6.5
Periodo de digestión de lodo (4 a 8)	Td :	55.00	días	RNE OS.090 Item.5.9.6.3

Nota: Elaboración propia.

Tabla 52.

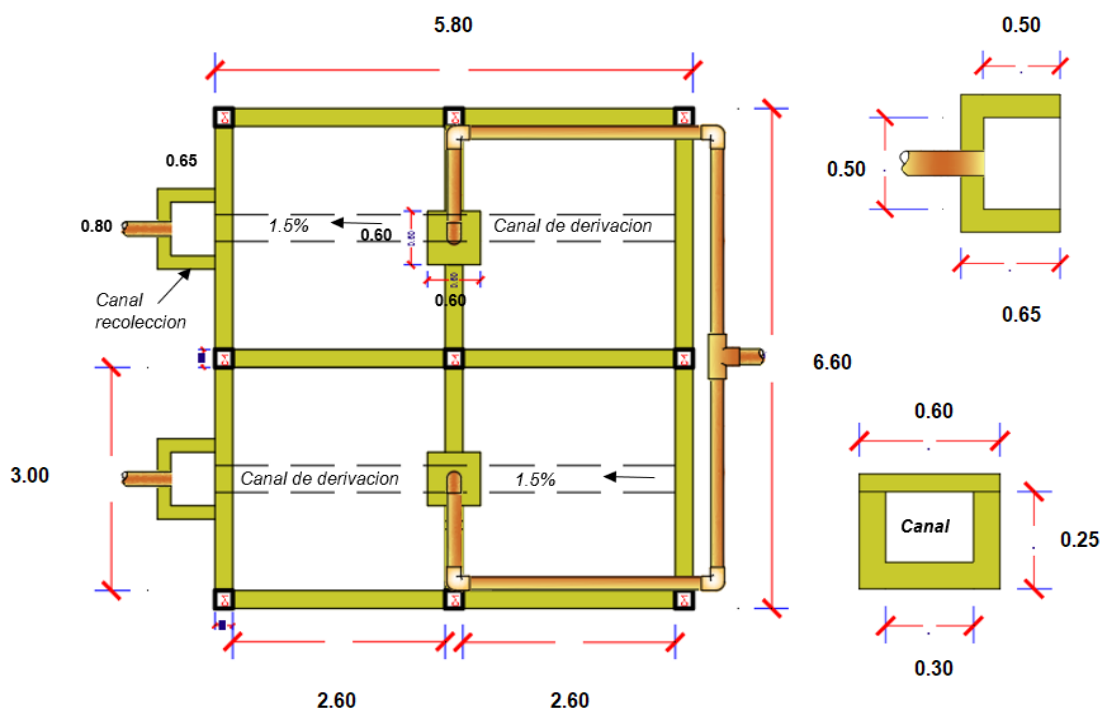
Cálculo del Volumen diario de lodo de la propuesta del lecho se secado.

CALCULO DE UN SEDIMENTADOR

FORMULA	DESCRIPCION	DAT	CANT	UND	RESULTA
$Cs = \frac{Qd \times Ss}{1000}$	Balance de masa	Ss :	178.0 0	mgSs/l	Carga de solidos que ingrese al tan que 1 mhoft
	Contribución Precipita de solidos	Cs:	54.19	Kgss/dia	
$Msd = (0.5 \times 0.7 \times 0.5 \times Cp) + (0.5 \times 0.3 \times Cp)$	Masa de solidos	Msd :	17.61	Kd Msd/dia	Masa de solidos que conforma el lodo
$Vld = \frac{Msd}{P_{lodo} \left(\frac{\%solidos}{100} \right)}$	Volumen diario de lodos	Vld :	169.3 3	Lt/dia	Volumen diario de lodos digeridos
$Vel = \frac{Vld \times Td}{1000}$	Volumen de lodos a extraer	Vel :	9.31	m3	Volumen de lodos a extraer del tanque imhoff
$Als = \frac{Vel}{Ha}$	Área de lecho de secado	Als :	31.04	m2	Área de lecho de secado
$Als_u = \frac{Als}{N}$	Área unitaria de lecho	Als_u :	7.76	m2	Área unitaria de lecho de secado
$Als_u = L \times B$	Ancho asumido de lecho	B:	3.00	m	Longitud calculada de lecho de secado unitario
	Longitud calculada	L:	2.60	m	

Figura 8.

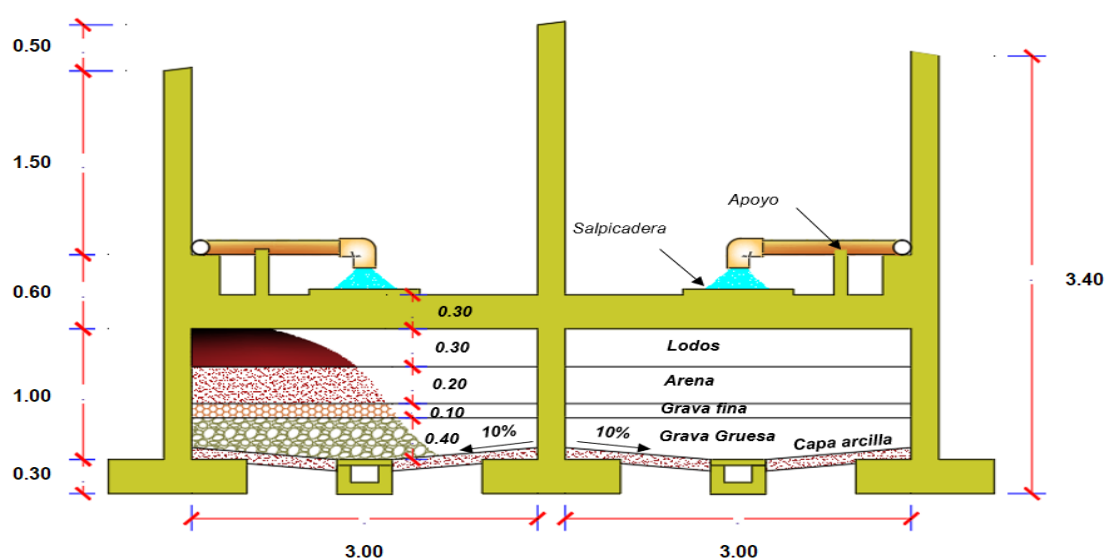
Vista en planta de Propuesta del lecho de secado de la propuesta de la PTAR



Nota: Elaboración propia.

Figura 9.

Vista en corte de Propuesta del lecho de secado de la propuesta de la PTAR



Nota: Elaboración propia.

4.5.6. DISEÑO DE FILTRO PERCOLADOR

Tabla 53.

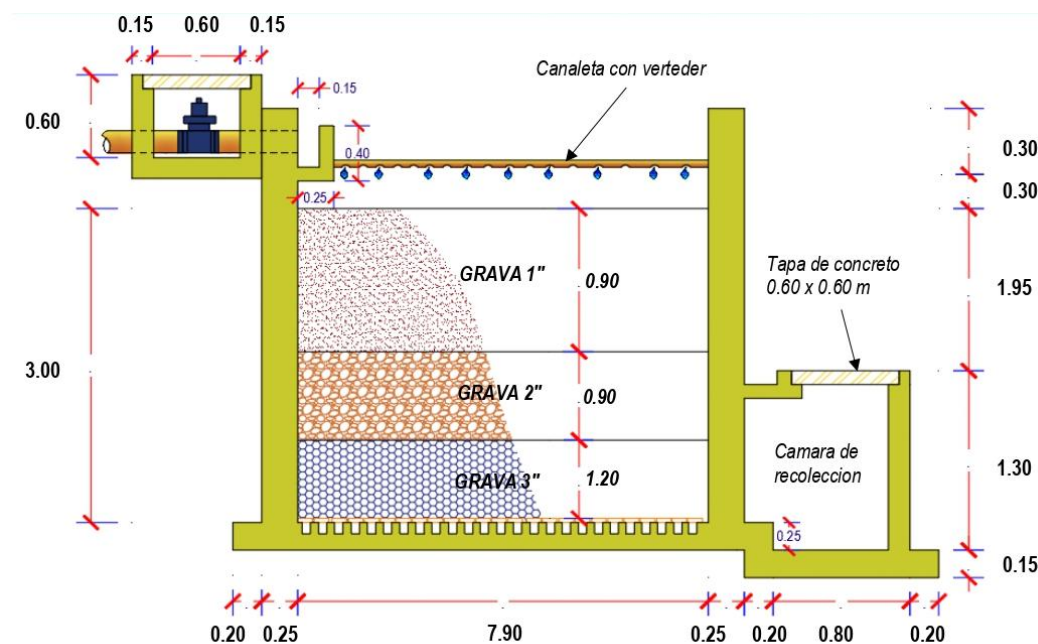
Parámetros de diseño para el redimensionamiento del filtro percolador de la propuesta de la PTAR

DATOS DEL DISEÑO				
DESCRIPCION	DAT	CANT	UND	FUENTE
Caudal de diseño	Qp :	304.42	m3/dia	Cálculo de Caudales
Población de diseño	P:	4905	Hab	Cálculo de Población
Dotación de agua	D:	180	L/hab.día	RM-192- MVCS
Contribución de aguas residuales	C:	80	%	RM-192- MVCS
Temperatura de la zona	Ts:	13	°C	Estudio de la zona

Nota: Elaboración propia.

Figura 10.

Vista en planta de la cámara de contacto de cloro de la propuesta de la PTAR



Nota: Elaboración propia.

4.5.7. DISEÑO DE CAMARA DE CLORO

Tabla 54.

Parámetros de diseño para el redimensionamiento de la cámara de contacto de cloro

DATOS DEL DISEÑO				
DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
Caudal de diseño	Q_p :	3.52	l/s	Calculo de Caudales

Nota: Elaboración propia.

Tabla 55.

Parámetros Microbiológicos requeridos para el diseño de la cámara de contacto de cloro.

PARAMETROS DEL DISEÑO				
DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
Coliformes de afluente	C_f :	2.12E+06	NMP/100ml	Coliformes de balance de masa
Tiempo de retención Hidráulica	TRH :	30.00	min	RNE OS 0.90 Item 5.7
Coliformes de efluente	C_e :	1.18E+04	NMP/100ml	Coliformes de balance de masa
Dosis de cloro requerida (2 -8 mg/l)	Cl :	4	mg/l	METCALF & EDDY
Profundidad de la cámara	H :	1.00	m	Criterio técnico
Ancho de la cámara 10 deflac. 0.30m	L :	3.60	m	Criterio técnico

Nota: Elaboración propia.

Tabla 56.

Cálculo de numero de espacios de recorrido de la cámara de contacto de cloro

CALCULO DE CAMARA DE CLORO					
FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$CLr = 0.0864 \times Qp \times CI$	Cloro requerido	CLr :	1.22	Kg/d	Cantidad de Cloro requerida por día
$Ct = \frac{(\frac{C_e}{C_p})^{(-\frac{1}{3})} - 1}{0.23 \times TRH}$	Cantidad de cloro en el efluente	Ct :	0.67	mg/l	Eficiencia del filtro percolador
$Vc = 0.06 \times Qp \times TRH$	Volumen de la cámara de cloro	Vc :	6.34	m3	Volumen de la cámara de cloro
$Ac = Vc / H$	Área de la cámara	Ac :	6.34	m2	Área de la cámara de cloro
$B = Ac / L$	Ancho de la cámara	B :	1.80	m	Ancho de la cámara de cloro
$Nb = L / 0.30$	Numero de briquetas	Nb :	10.00	und	Numero de briquetas

Figura 11.

Vista en planta de la cámara de contacto de cloro de la propuesta de la PTAR

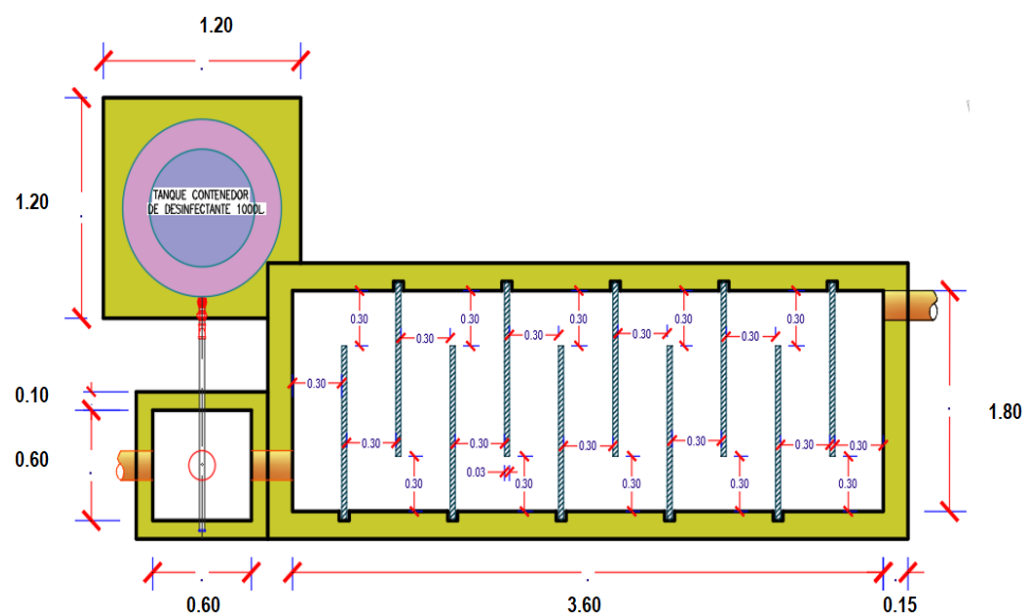
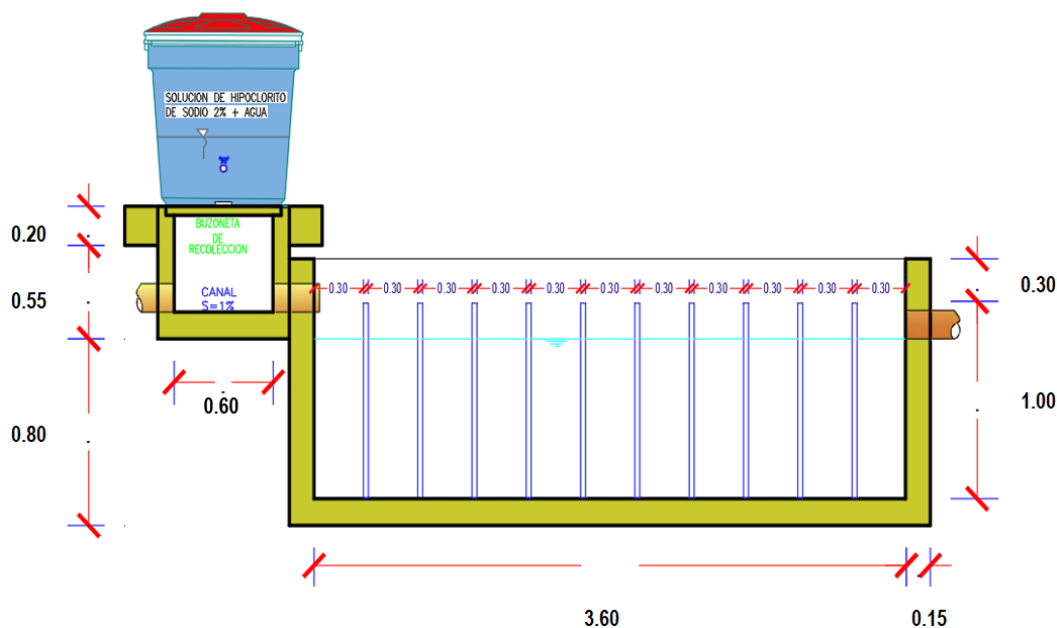


Figura 12.

Vista en Corte de la propuesta de cámara de contacto de cloro de la propuesta de la PTAR



CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Tras el análisis de los hallazgos, se confirma que la hipótesis trazada desempeña con la normativa vigente (LMP) para la reusanza del H₂O del afluente para regadío de cultivos de tallo corto, considerando aspectos operativos y de mantenimiento, junto con la caracterización fisicoquímica que cumple con los indicadores principales determinados en la OS.090 RNE y los porcentajes de remoción de los procesos unitarios de los procesamientos precedente, secundario y primario, de tal forma la planta de procesamiento de aguas remanentes para la capital de Melgar es compuesto por una Camara de Rejas, Desarenador, Canal Parshall, Seis Tanques Imhoff, Seis Lechos de secado de lodos, Seis Filtros percoladores y Cámara de contacto de cloro al 2%
- SEGUNDA:** De acuerdo con los objetivos específicos al inicio de esta investigación, se logró determinar el caudal promedio con un valor de 21.14 l/s, caudales máximos con 22.19 l/s, caudales máximos horario de 34.49 y por último un caudal mínimo de 10.57 l/s para el pre dimensionamiento mediante mediciones de aforo volumétrico
- TERCERA:** En conclusión, considerando los indicadores físico químicos y bacteriológicos de las muestras compuestas de las aguas remanentes provenientes del distrito de Ayaviri en dos temporadas distintas los cuales son la temperatura (°C) con un valor de 13.8, pH con 6.51, SST con un valor de 178 mg/l, aceites y grasas 101.5 mg/l, fosfatos (PO₄) 10 mg/l, nitrados (NO₃) 7mg/l, DQO 9.64 mg/l, DBO₅ 199 mg/l y col. fecales con un valor de 2.3×10^8 .



CUARTA: Finalmente, se concluye que para reutilizar el agua para riego de tallo corto (ECA Categoría 3) los procesos y operaciones unitarias deben de llegar a las siguientes eficiencias procesamientos primario 30% de separación de DBO_5 , 70% de remoción de SST, 30% de incremento de oxígeno disuelto, para el procesamientos orgánico una eficiencia 50% en remoción de DBO_5 , 90% de remoción en SST, 90% de separación en coliformes fecales, 50% de incremento de oxígeno disuelto y como procesamiento terciario con un nivel de eficiencia del 99% en la depuración de coliformes fecales.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Del presente trabajo de investigación se recomienda realizar investigaciones referentes a los niveles de procesamiento de cada proceso y operación unitaria así poder actualizar el RNE OS.090
- SEGUNDA:** Se recomienda realizar estudios de Medición del Caudal del efluente mediante métodos más sofisticados durante cada 15 minutos puesto que en el estudio realizado se observó cambios drásticos de caudales en el efluente.
- TERCERA:** Se recomienda realizar un estudio de Caracterización Durante 8 días consecutivos esto con el fin de determinar muestras compuestas los cuales contengan datos más precisos para poder analizar la diferencia de entre una muestra simple y una muestra compuesta.
- CUARTA:** El RNE no especifica niveles de procesamiento para las cámaras de rejillas y desarenadores, a pesar de que estos componentes pueden influir considerablemente en el proceso de depuración de aguas remanentes. Por esta razón, se recomienda desarrollar estudios sobre su eficacia en la separación de sólidos y demás indicadores relevantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alianza por el Agua. (2020). *MANUAL DE DEPURACIÓN DE AGUAS*

RESIDUALES URBANAS. Ideasamares.

Antequera, N. (2010). *Depuracion de aguas remanentes por medio de humedales artificiales*. Bolivia: Nelson Antequera Duran.

Autoridad Nacional de Agua. (2018). *MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL DE LOS RÍOS LLALLIMAYO, SANTA ROSA, AYAVIRI Y PUCARA*. Obtenido de Autoridad Nacional de Agua: <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/1070.pdf>

Bautista, G. R. (2015). *Diseño de una planta de procesamiento de aguas remanentes para el Distrito de Chiara-Huamanga-Ayacucho*. Obtenido de Repositorio Institucional UNSCH: <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1048>

Bendezu, R., & Martinez, A. (2017). *Diseño de una estación depuradora de aguas remanentes mediante la implementación de filtros percoladores y digestión anaeróbica de lodos con enfoque sostenible para el Distrito de Huancayo, Provincia de Huancayo - Junín*. Obtenido de Repositorio Institucional de la UPLA: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/242>

Canahua, A., & Saravia, C. (2021). *Diseño de una estación depuradora de aguas remanentes para la Ciudad de Juli - Puno*. Obtenido de Repositorio de la Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64632>



- Casanova, J., & Huamani, K. (2014). *Diseño de una planta de procesamiento para los efluentes líquidos domésticos del Distrito de Chancay*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional del Callao: <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/570>
- Chambi, R. (2019). *Repositorio de la Universidad Nacional de Juliaca*. Obtenido de Evaluación de la efectividad de microalgas del río Torococha en la eliminación de nitratos y fosfatos para el procesamiento avanzado de aguas remanentes en un fotobiorreactor a escala de laboratorio, Juliaca: <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/bitstream/handle/UNAJ/112/Informe%20Semilleros%20de%20Investigaci%3Fn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Contento Rubio, O. F. (2015). *Evaluación de alternativas de procesamiento de agua residual doméstica para reúso en irrigación en una hospedería en el municipio de Villa de Leyva - Boyacá*. Obtenido de Universidad la Salle: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/298/?utm_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Fing_ambiental_sanitaria%2F298&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de Investigación en Ciencias Sociales*. Mexico: McGraw Hill Interamericana.
- Macloni, D. (s.f.). *DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ*. Obtenido de recursos biblio de la universidad Rafael Landivar: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/06/15/Macloni-Diego.pdf>

- Martinez Delgadillo, S. A. (1999). *Parametros de diseño de sistemas de procesamiento de aguas remanentes*. Mexico: Universidad Autonoma Metropolitana.
- Metcalf & Eddy, I. (1995). *Ingenieria de Aguas Residuales procesamiento, Vertido y Reutilizacion*. McGraw-Hill.
- Metcalf, & Eddy, I. (1995). *Ingenieria de Aguas Residuales procesamiento, Vertido y reutilizacion*. Madrid: Impresa S.A.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *OS.090 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DS N° 022-2009*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Noriega, R. (1999). *Manual de Tratamiento de Aguas Residuales*. Lima: 1ª Edición.
- Ramalho, R. (2003). *procesamiento de aguas residuales*. Mexico: REVETRE S.A.
- Rikeros, D., & Felix, D. (2015). *"DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL CANTÓN DURÁN"*. Obtenido de Repositorio Dspace: <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/29880>
- Romero Rojas, J. A. (2000). *tratamiento de aguas remanentes : teoría y principios de diseño / Jairo Alberto Romero Rojas*. Bogota: Escuela de colombio de Ingenieria.
- Villanueva, N. A. (2017). *Factores que limitan el proceso de las aguas remanentes en los comercios del distrito de San Miguel*. Obtenido de



Respositorio de la universidad cesar vallejo:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8894/Villa
nueva_QNA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8894/Villa_nueva_QNA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



ANEXOS

ANEXO N° 01 – RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS**

INFORME DE ENSAYO N° 231 – 2019

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Solicitante : Jhon Paul Quisocala Hilari
Proyecto : DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL DISTRITO DE AYAVIRI PROVINCIA DE MELGAR – PUNO.

II. DATOS DE MUESTREO

Código Campo	Origen de la muestra	Punto de muestreo	Distrito	Provincia	Departamento	Fecha y hora de muestreo
01	Muestra Compuesta de Agua Residual del afluente de la PTAR - Ayaviri	E: 330249 N: 835302	Ayaviri	Melgar	Puno	14 y 15 – abril -2019 7:30 a 7:30 am

Presentación: En botella de borosilicato esterilizada de 500ml

Muestreado por: Jhon Paul Quisocala Hilari.

Fecha de recepción: 15 de abril del 2019

Fecha de Análisis: 15 al 20 de abril del 2019

III. RESULTADOS

PARÁMETROS FÍSICOS:

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTRA
01	TEMPERATURA	°C	13.8
02	pH	-	6.5
03	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	182.0

PARÁMETROS QUÍMICOS:

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTRA
01	ACEITES Y GRASAS	mg/l	98.0
02	FOSFATOS	mgPO ₄ /l	10.4
03	NITRATOS	mgNO ₃ /l	6.0

PARÁMETROS BIOLÓGICOS:

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTRA
01	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	8.78
02	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	195.0
03	COLIFORMES FECALIS	NMP	2,4 * 10 ⁸

MÉTODOS DE ENSAYO:

- El parámetro fue analizado de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. APHA. AWW.WEF. 21th ed. 2005.

NOTAS IMPORTANTES

- El presente informe de Ensayos es válido por 90 días a partir de la fecha de emisión.

Juliaca, 25 de abril del 2019

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTALM.Sc. Ing. Jesús Esteban Castillo Machaca
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTALUNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTALIng. Karen Kelly Quispe Quispe
ASISTENTE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS**

INFORME DE ENSAYO N° 232 – 2019

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Solicitante : Jhon Paul Quisocala Hilari
Proyecto : DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
PARA EL DISTRITO DE AYAVIRI PROVINCIA DE MELGAR – PUNO.

II. DATOS DE MUESTREO

Código Campo	Origen de la muestra	Punto de muestreo	Distrito	Provincia	Departamento	Fecha y hora de muestreo
02	Muestra Compuesta de Agua Residual del afluente de la PTAR - Ayaviri	E: 330249 N: 835302	Ayaviri	Melgar	Puno	14 y 15 – abril -2019 7:30 a 7:30 am

Presentación: En botella de borosilicato esterilizada de 500ml**Muestreado por:** Jhon Paul Quisocala Hilari.**Fecha de recepción:** 15 de abril del 2019**Fecha de Análisis:** 15 al 20 de abril del 2019

III. RESULTADOS

PARÁMETROS FÍSICOS:

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTRA
01	TEMPERATURA	°C	13,8
02	pH	-	6,52
03	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	174

PARÁMETROS QUÍMICOS:

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTRA
01	FOSFATOS	mgPO ₄ /l	9,6
02	NITRATOS	mgNO ₃ /l	8.0

PARÁMETROS BIOLÓGICOS:

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTRA
01	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO	mgO ₂ /l	203.0
02	COLIFORMES FECALIS	NMP	4,6 * 10 ⁸

MÉTODOS DE ENSAYO:

- El parámetro fue analizados de acuerdo a las recomendaciones de los *Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. APHA. AWW.WEF. 21th ed. 2005.*

NOTAS IMPORTANTES

- El presente informe de Ensayos es válido por 90 días a partir de la fecha de emisión.

Juliaca, 25 de abril del 2019

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTALM.S.C. Ing. Jervis Esteban Castillo Machaca
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTALUNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTALIng. Karen Kelly Quispe Quiap
ASISTENTE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

ANEXO N°02 - PANEL FOTOGRAFICO DE LA TOMA DE MUESTRAS SEGÚN LOS PROTOCOLOS DE LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL DE LA UANCV



IMAGEN N° 01: Toma de muestra compuesta del agua residual en las siguientes coordenadas zona 19L ; 330251.47 m E; 8353026.44 m S.



IMAGEN N° 02: Toma de muestra compuesta del agua residual en las siguientes coordenadas zona 19L ; 330251.47 m E; 8353026.44 m S.



IMAGEN N° 03: Toma de muestra compuesta del agua residual en las siguientes coordenadas zona 19L ; 330251.47 m E; 8353026.44 m S



IMAGEN N° 04: Toma de muestra compuesta del agua residual en las siguientes coordenadas zona 19L ; 330251.47 m E; 8353026.44 m S



IMAGEN N° 05: Toma de muestra compuesta del agua residual en las siguientes coordenadas zona 19L ; 330251.47 m E; 8353026.44 m S



IMAGEN N° 06: Toma de muestra compuesta del agua residual en las siguientes coordenadas zona 19L ; 330251.47 m E; 8353026.44 m S



IMAGEN N° 07: Toma de muestra compuesta del agua residual en las siguientes coordenadas zona 19L ; 330251.47 m E; 8353026.44 m S

ANEXO 3 – PERMISO PARA EL ACCESO AL LUGAR DE MUESTREO

"EL AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"



Miércoles 29 de agosto de 2018

SOLICITO: PERMISO PARA EL INGRESO A LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

GERENTE GENERAL DE LA EPS AGUAS DEL ALTIPLANO S.R.L. AYAVIRI – MELGAR

Yo Jhon Paul Quisoccala Hilari, Identificado con DNI 73878018,
domiciliado en la urb. La Florida M-A L-3 del distrito de Ayaviri provincia
de Melgar – Puno ante usted expongo lo siguiente.

Que deseando ejecutar mi tesis titulada "DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN EL DISTRITO DE AYAVIRI PROVINCIA DE MELGAR – PUNO", acudo a su persona
para que me otorgue el permiso para el ingreso del afluente de aguas residuales de esta localidad con el
objetivo de realizar una *caracterización del agua residual*, para lo cual también le solicito la *demanda
diaria y horaria de consumo de agua potable*.

Anexo: copia de la RESOLUCIÓN DECANAL N° 189-2018-D-FICP-UANCV: el cual acredita la veracidad
de dicho trabajo de investigación.

POR LO EXPUESTO

Solicito a Usted, tenga a bien acceder a mi solicitud.



JHON PAUL QUISOCCALA HILARI

DNI N° 73878018



ANEXO 4.- PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025

1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2.OBJETIVOS	3.HIPÓTESIS	4.VARIABLES	5.INDICADORES	6.MÉTODO- ÍNDICE
1.1. Problema General.	2.1. Objetivo General.	3.1. Hipótesis General.	4.1.Variables Independiente		
				*NAG *Ph *SST (mg.L-1)	*Medidor multiparametrico HI 9828 (HANNA)
¿Cuál es el diseño más apropiado de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el distrito de Ayaviri Provincia de Melgar?	Diseñar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el distrito de Ayaviri Provincia de Melgar	El diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el distrito de Ayaviri Provincia de Melgar, mejora la calidad del efluente en funcion del ECA	Parámetros físicos, químicos y biológicos contaminantes Presentes en el agua residual en el distrito de Ayaviri	*CE (mg.L-1) *DBO5 (mg.L-1) *DQO (mg.L-1) *coliformes termotolerantes NMP/100ml *Temperatura (°C) *Nitratos (mg/L) *Fosfatos (mg/L)	*Método respirometro de Wanburg *Método de dicromato *Método de dicromato *Tubos más probables. *Termometro *Espectrofotometría *Espectrofotometría
1.2. Problemas Específicos	2.2. Objetivos Específicos	3.2 Hipotesis Especificos	4.2. Variables Dependiente	5.Indicadores	6.Método- Indice
¿Cuáles son los parámetros de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales?	Determinar los parámetros de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales	Los Parámetros de Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales son (Caudal, Temperatura, DBO (5), NAG, SST, Nitratos, Fosfatos, Coliformes Tolerantes, CE, Temperatura)	Diseño de una planta de tratamiento para las aguas residuales generadas en el distrito de Ayaviri Provincia de Melgar – Puno.	parametros fisicos, quimicos y microbiologicos	Comparación elemento contaminante con los LMP
¿Cuál es el Tratamiento preliminar, primario, secundario, terciario, más adecuado para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales?	Determinar el Tratamiento preliminar, primario, secundario, terciario, más adecuado para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.	El Tratamiento preliminar, Primario, secundario y terciario son (Cribas, trampa de grasas, regulador de caudal, tanque imhoff, filtro percolador)		Operaciones Fisicas (Desbaste, Homogeneización de Caudales, Mezclado, Sedimentación Acelerada, Flotación, Filtración en Medio Granular Procesos Quimicas (Precipitación Química, Adsorción, Desinfección) Procesos Biologicos (Sistema Aerobio, sistema Aerobio, sistema Anoxico)	Balance de Masas de los operaciones y Procesos de la Alternativa de tratamiento

VALIDACION DE INSTRUMENTO

PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE
LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	MIGUEL ANGEL MORALES ARIZACA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	JHON PAUL QUISOCCALA HILARI

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					98%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					98%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					99%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

98.11%



Miguel A. Morales Arizaca
ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
CIP. 312564

VALIDACION DE INSTRUMENTO

PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE
LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	SILVIA VERONICA QUISPE LAURA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	JHON PAUL QUISOCCALA HILARI

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					98%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					99%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					99%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					99%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

98.44%



Silvia V. Quispe Laura
SILVIA V. QUISPE LAURA
INGENIERO SANITARIO Y
AMBIENTAL
CIP: 369398



VALIDACION DE INSTRUMENTO

PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	LUDVER EFRAIN QUILLE SALGUERO
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	JHON PAUL QUISOCCALA HILARI

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					99%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					99%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					99%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					99%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

98.66%


LUDVER EFRAIN QUILLE SALGUERO
Ingeniero Sanitario y Ambiental
CIP N° 268708



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 11 - 11 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JHON PAUL QUISOCCALA HILARI
Dirección: Jr. LA FLORIDA MZ A LT.3
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73878018
Teléfono: 986062427 email: jhonpaulquisoccala@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
Asesor: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CAPITAL
DE LA PROVINCIA DE MELGAR PUNO 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): TRATAMIENTO, DE AGUAS RESIDUALES, DISEÑO HIDRÁULICO, DBO, DQO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

1

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

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

**2. Referencia de tesis:**

☐ Bachiller ☒ Titulo ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:**a) Licencia estándar:**

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

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

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

☐ Internacional

☒ Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22



Firma de Autor



huella digital

11 - 11 - 2025

Fecha