

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA  
DE UN SISTEMA TANQUE IMHOFF COMO  
ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS  
AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE  
YERBABUENA- AMAZONAS**

**Autor: Bach. Lloyer Huaman Huaman**

**Asesor: Ing. Roiser Abel Saavedra Tafur**

**Registro (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A mi señor creador, por darme salud y sabiduría en mi transcurso de mi formación profesional, por permitirme terminar esta hermosa profesión y por apartarme de los peligros que se presentaban a diario.

A mi familia, por su amor incondicional y apoyo que me dieron todos estos años para poder concluir con mis estudios, de esa manera cumplir con uno de mis objetivos trazados por mi persona.

A mis hermanos, por sus apoyos que me dieron tanto económicamente, moralmente y estar presente a mi lado durante toda mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A la UNTRM-A y docentes quienes estuvieron en mi formación profesional, con sus experiencias y conocimiento que me compartieron en transcurso de toda esta etapa.

Al Ing. Roiser Abel Saavedra Tafur, por asesorarme en el transcurso de la formulación, ejecución de mi investigación.

Al Ing. Manuel Borja Suárez, por su apoyo, por compartir su conocimiento durante toda la elaboración de esta investigación.

Al laboratorio LABISAG de la UNTRM-A, por brindarme su apoyo en su laboratorio para realizar los ensayos para mi investigación.

A la familia y amigos que formaron parte durante el desarrollo esta investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Ph. D. Jorge Luis Maicelo Quintana**

Rector

**Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres**

Vicerrector Académico

**Dra. María Nelly Luján Espinoza**

Vicerrectora de Investigación

**Ph.D. Ricardo Edmundo Campos Ramos**

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ( )/Profesional externo (X), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada "Evaluación y propuesta técnica económica de un sistema tanque Imhoff como alternativa para el tratamiento de las aguas residuales de la localidad de Yerbabuena - Amazonas"; del egresado Bach. Llover Huaman Huaman de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 07 de marzo de 2024

Firma y nombre completo del Asesor

Roiser Abel Saavedra Tafur

## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ing. Mónica del Pilar Torrejón Llaja  
Presidente



Ing. Domingo Cabos Carrera  
Secretario



Ing. Raúl Alejos Arista  
Vocal

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

*"Evaluación y Propuesta técnica económica de un sistema tanque Inchoje como alternativa para el tratamiento de las aguas residuales de la localidad de Verbabueno - Amazonas"*

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) Llover Huaman Huaman

de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

con correo electrónico institucional 7369514041@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 22 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 09 de mayo del 2024

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....

## REPORTE DE TURNITIN

### EVALUACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA DE UN SISTEMA TANQUE IMHOFF COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE YERBABUENA- AMAZONAS

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	3%
2	<b>repositorio.untrm.edu.pe</b> Fuente de Internet	2%
3	<b>dspace.esPOCH.edu.ec</b> Fuente de Internet	1%
4	<b>repositorio.uta.edu.ec</b> Fuente de Internet	1%
5	<b>tesis.ucsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
6	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
7	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
8	<b>dspace.ups.edu.ec</b> Fuente de Internet	1%

Inna Mónica Torrico Huan

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



**UNTRM**

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-S

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de MAYO del año 2024, siendo las 20:30 horas, el aspirante: LLOYER HUAMAN HUAMAN, asesorado por ING. ROISER ABEL SAAVEDRA TAFUR defiende en sesión pública presencial (  ) / a distancia (  ) la Tesis titulada: EVALUACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA DE UN SISTEMA TANQUE IMHOFF COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE YERBAVEENA-AMAZONAS para obtener el Título Profesional de INGENIERO CIVIL, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: ING. MONICA DEL PILAR TORREJON LLAJA

Secretario: ING. DOMINGO CABOS CARRERA

Vocal: ING. RAUL ALEJOS ARISTA

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

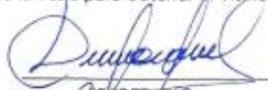
Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

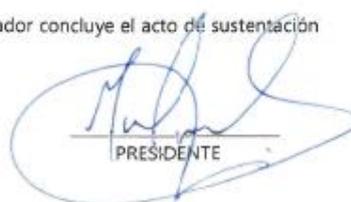
Aprobado (  ) por Unanimidad (  ) / Mayoría (  ) Desaprobado (  )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 21:40 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....</b>	<b>v</b>
<b>JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....</b>	<b>vi</b>
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....</b>	<b>vii</b>
<b>REPORTE DE TURNITIN.....</b>	<b>viii</b>
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>II. MATERIAL Y METODOS .....</b>	<b>23</b>
2.1. Objetivos de la investigación.....	23
2.1.1. General .....	23
2.1.1. Específicos:.....	23
2.2. Ubicación geográfica de zona de estudio .....	23
2.3. Materiales, herramienta y equipo .....	26
2.4. Método, tipo, y diseño de investigación.....	27
2.4.1. Tipo de investigación .....	27
2.4.2. Diseño de la investigación.....	28
2.4.3. Población, muestra y muestreo.....	28
2.4.3.1. Universo muestral.....	28
2.5. Metodología y procedimiento.....	28

2.5.1. Determinar la característica geomorfológica (topografía) del área de estudio .....	28
2.5.1.1. Reconocimiento la zona de investigación .....	28
2.5.1.2 Estudio topográfico .....	28
2.5.2. Evaluar la demanda poblacional y el caudal de las aguas residuales. ....	29
2.5.2.1. Población .....	29
2.5.2.1.1. Población actual.....	29
2.5.2.1.2. Índice de incremento demográfico .....	29
2.5.2.1.3. Población futura o de diseño .....	29
2.5.2.1.3.1 Periodo de diseño .....	29
2.5.2.1.3.2. Método de cálculo para la estimación de la población futura .....	30
2.5.2.1.3.3. Dotación .....	30
2.5.2.2. El flujo estimado de las aguas residuales para el diseño. ....	31
2.5.2.2.1. Factor de retorno (C) .....	31
2.5.2.2.2. Caudal de infiltración (Qi).....	32
2.5.2.2.3. Caudal por conexiones erradas (Qe).....	32
2.5.2.2.4. Caudal de diseño.....	33
2.5.2.2.4.1. Caudal promedio .....	33
2.5.2.2.4.2. Caudal máximo horario .....	33
2.5.2.2.5. Caudal de diseño final .....	33
2.5.3. Diagnosticar las aguas residuales vertidas en el cause naturales, para.....	34
determinar los parameros físicos, químicos y bacteriológico. ....	34
2.5.3.1. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.....	34
2.5.3.1.1. Solidos totales en suspensión .....	34
2.5.3.1.2. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).....	34
2.5.3.1.3. Demanda Química de Oxígeno (DQO) .....	34
2.5.3.1.4. Coliformes termotoleraantes .....	35
2.5.3.1.5. Aceites y grasas .....	35
2.5.3.1.6. Potencial de hidrogeno .....	35

2.5.3.2. Procedimiento de los ensayos realizados .....	35
2.5.3.2.1. Muestreo .....	35
2.5.4. Diseñar una planta para el tratamiento de las aguas residuales utilizando en el tratamiento primario el tanque Imhoff. ....	36
2.5.4.1. Tratamiento preliminar .....	36
2.5.4.1.1 Cámara de rejillas .....	36
2.5.4.1.2. Desarenador .....	38
2.5.4.2. Tratamiento primario.....	41
2.5.4.2.1. Tanque Imhoff.....	41
2.5.4.2.2. Lecho de secado .....	44
2.5.4.3. Tratamiento secundario .....	46
2.5.4.3.1. Filtro biológico .....	46
2.5.5. Evaluar el aspecto técnica y económica del sistema de tratamiento de aguas residuales diseñada .....	49
2.5.5.1. Análisis técnico de la PTAR.....	49
2.5.5.2. Evaluación económica de la PTAR .....	50
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
3.1. Resultado del objetivo específico N°01: Determinar la característica geomorfológica (topografía) del área de estudio.....	51
3.1.1. Levantamiento topográfico del área de estudio.....	51
3.2. Resultado del objetivo específico N°02: Evaluar la demanda poblacional y el caudal de las aguas residuales. ....	52
3.2.1. Población de diseño o futura .....	52
3.2.2. caudal de diseño de las aguas residuales .....	52
3.3. Resultado del objetivo específico N°03: Diagnosticar las aguas residuales vertidas en el causas naturales, para determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.....	54
3.4. Resultado del objetivo específico N°04: Diseñar una planta para el tratamiento de las aguas residuales utilizando en el tratamiento primario el tanque Imhoff. ....	56
3.4.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR.....	56

3.4.1.1. Cámara de rejas .....	56
3.4.1.2. Desarenador .....	57
3.4.2. TRATAMIENTO PRIMARIO (TANQUE IMHOFF) .....	59
3.4.2.1. Cámara de sedimentación .....	59
3.4.2.2. Cámara de Digestión .....	60
3.4.2.3 Lecho de secado .....	60
3.4.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO .....	61
3.4.3.1. Filtro biológico .....	61
3.4.4. TRATAMIENTO Terciario .....	63
3.4.4.1. Cámara de contacto de cloro .....	63
3.5. Evaluación técnica y económica del sistema del tratamiento de las aguas .....	64
Residuales diseñada.....	64
3.5.1. Evaluación técnica de la PTAR.....	64
3.5.1. Evaluación económica del PTAR.....	64
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>69</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>71</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>72</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Coordenadas del área de estudio.....	23
<b>Tabla 2</b>	Materiales, equipo y herramientas .....	26
<b>Tabla 3</b>	Crecimiento poblacional de Yerbabuena .....	29
<b>Tabla 4</b>	Dotación de agua para consumo doméstico.....	31
<b>Tabla 5</b>	Asignación basada en la cantidad de habitantes .....	31
<b>Tabla 6</b>	Límites máximos aceptables para desechos líquidos provenientes de hogares .....	36
<b>Tabla 7</b>	Directrices para la planificación de la estructura de la cámara con barrotes ..	37
<b>Tabla 8</b>	Material cribado litros por metro cubico de agua residual .....	38
<b>Tabla 9</b>	Parámetro de diseño hidráulico del desarenador .....	39
<b>Tabla 10</b>	Consideraciones de diseño para el recipiente Imhoff .....	41
<b>Tabla 11</b>	Parámetro de factor de capacidad relativa para el cálculo de la capacidad de retención y proceso de descomposición .....	42
<b>Tabla 12</b>	Parámetro del tiempo requerido para descomposición de sedimentos en función de la temperatura .....	42
<b>Tabla 13</b>	Parámetro de planificación de la disposición del área de secado .....	44
<b>Tabla 14</b>	Parámetro de diseño del filtro bilógico.....	47
<b>Tabla 15</b>	Eficiencia del procedimiento de tratamiento del sistema de PTAR .....	49
<b>Tabla 16</b>	Coordenada del área de la PTAR.....	51
<b>Tabla 17</b>	Parámetros de las propiedades de las aguas residuales de la muestra M001 ..	54
<b>Tabla 18</b>	Parámetros de las propiedades de las aguas residuales de la M002 .....	55
<b>Tabla 19</b>	Parámetros de las características de las aguas residuales de la muestra M003 .....	55
<b>Tabla 20</b>	Características del agua residual a la salida de PTAR propuesta para la localidad de Yerbabuena.....	64
<b>Tabla 21</b>	Presupuesto de la PTAR propuesto para la localidad de Yerbabuena.....	65
<b>Tabla 22</b>	Puntos referenciales del levantamiento topográfico .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Representación cartográfica del área de investigación.....	24
<b>Figura 2</b> Fotografía satelital de la región de interés .....	25
<b>Figura 3</b> Divisiones internas del recipiente Imhoff .....	44
<b>Figura 4</b> Perspectiva de un área destinada al proceso de deshidratación .....	46
<b>Figura 5</b> Informe de parámetros de las aguas residuales (M001).....	77
<b>Figura 6</b> Informe de parámetro de las aguas residuales (M002) .....	78
<b>Figura 7</b> Informe de parámetros de las aguas residuales (M003).....	79
<b>Figura 8</b> Levantamiento topográfico en el área de estudio.....	93
<b>Figura 9</b> Vertimiento de las aguas residuales al río Utcubamba .....	93
<b>Figura 10</b> Recolección de muestra del agua residual.....	94

## RESUMEN

Esta investigación presenta como objetivo evaluar y plantear una propuesta técnica económica de un sistema tanque Imhoff siendo otro medio con el fin de tratar las aguas residuales de Yerbabuena. En tal sentido, la investigación es de tipo aplicativo y cuantitativo, con un diseño no experimental – transversal, con el fin de llevar a cabo la investigación, se consideró procedimientos sucesivos y una metodología de actividades, tales como, levantamiento topográfico, examinar las aguas residuales en los vertimientos y proyección futura poblacional. El diseño del sistema de tratamiento tuvo como fin evaluar el horizonte de 20 años, para una proyección de 747 habitantes y un parámetro de producción de un caudal de 71.54 m<sup>3</sup>/día, este sistema de tratamiento propuesto este dado por un diseño de una PTAR, usando en el tratamiento primario Tanque Imhoff, tratamiento secundario el filtro biológico y la cámara contacto de cloro como tratamiento terciario por su simplicidad operacional. En la parte técnica la PTAR es eficiente con respecto a parámetros de aguas residuales de Yerbabuena, con una remoción del 89.5% de DBO Y 99.9% de CF resultando un efluente de salida de 9.94 mg/l de DBO y 576 NMP/100 ml CF. Respecto a la parte económica el presupuesto de PTAR propuesto a nivel de costo directo tiene un valor de 306,874.69 soles, como resultado, se concluye, es factible construir una PTAR que sea capaz de atender las necesidades sociales del pueblo de Yerbabuena.

**Palabras claves:** Sistema de tratamiento, aguas residuales, evaluación técnica y económica.

## **ABSTRACT**

The goal is to evaluate and propose an economic technical proposal of an IMHOFF tank system as an alternative for wastewater treatment in Yerbabuena. The research was of an applicative and quantitative type, it has a non-experimental design of transversal character. For this work, successive procedures and a methodology of activities were considered, such as topographic survey, analysis of wastewater discharges and future projection of the population. The design of the treatment system was made for a 20-year horizon evaluation, for a projection of 747 inhabitants and a production parameter of a flow of 71.54 m<sup>3</sup>/day, this proposed treatment system is given by a design of a PTAR, using in the primary treatment Imhoff Tank, secondary treatment the biological filter and the chlorine contact chamber as tertiary treatment for its operational simplicity. On the technical side, the PTAR is efficient with respect to the parameters of Yerbabuena's wastewater, with a removal of 89.5% of DBO and 99.9% of CF, resulting in an effluent output of 9.94 mg/l of DBO and 576 NMP/100 ml CF. In economic terms, the budget of the proposed PTAR at the direct cost level has a value of 306,874.69 soles, it's concluded that it's feasible to build a PTAR that is able to meet the social needs in Yerbabuena.

**Key words:** Treatment system, wastewater, technical and economic evaluation.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El ser humano tiene una de las principales necesidades básicas, el acceso al consumo del agua potable que satisfacen en sus distintas necesidades en bien de su economía. Producto de esto trae consigo las aguas residuales, ya que estas contaminan los ecosistemas donde se vierten sin ningún tratamiento, representando una amenaza ambiental en muchas ciudades.

Producto del mal manejo de las aguas residuales, se ve afectado de manera directa una los de los recursos naturales como el agua, además estas aguas traen consigo problemas a la salubridad de los habitantes, como enfermedades gastrointestinales y perjudica consideradamente las condiciones sanitarias del sector (Aguay, 2016)

Teniendo en cuenta que América Latina llega a ser una región con grandes biodiversidades del planeta, distinguiendo por poseer aquella tercera parte de reservas de agua sobre el mundo, la contaminación hídrica tiene el potencial de tener efectos perjudiciales sobre el medio ambiente. Esto se debe a que el agua se toma, se consume y luego se vierte a los ríos en un estado que presenta una contaminación total. Resultado de esto se ha observado que el 70 % de las aguas servidas no llega a tener un tratamiento (Meoño, Taranco, & Morales, 2015).

En el Perú, respecto a dichas aguas residuales tanto industriales y domésticas, el 70% son vertidas directamente a los ríos, quebradas, lagos o mares sin tratamiento alguno (SUNASS, 2016).

Hoy en día en su mayoría las aguas residuales se vierten directamente en un cuerpo de agua que las recibe sin ningún tipo de tratamiento, trayendo consigo un peligro que amenaza a la humanidad y a los seres vivos transmitiendo enfermedades, causando malos olores y molestias.

El Centro Poblado de Yerbabuena actualmente posee un alcantarillado para recoger aguas servidas provenientes de viviendas, donde estas aguas por no contar con una sistema de tratamiento, son vertidas de forma directa sin tratamiento alguno en el cuerpo receptor del río Utcubamba, hoy en días esta aguas traen consecuencias como: la contaminación del ecosistema, el agua del río Utcubamba, así mismo trae consigo, malos olores, aumento de insectos, enfermedades a los habitantes ya que los punto de descargas se encuentran al costado de las viviendas.

En tal sentido y teniendo en cuenta los aspectos para mejorar las condiciones de la calidad de vida de los habitantes de la comunidad, se propone la presente investigación, que tiene como objetivo es evaluar y plantear una propuesta técnica económica de un sistema tanque IMHOFF como alternativa para el tratamiento de las aguas residuales, para lograr el desarrollo de esta investigación fue imperativo contemplar un proceso secuencial y una metodología de actividades, como: las características de las aguas residuales, la topografía, la población beneficiada de la localidad de Yerbabuena.

Para la ejecución de esta investigación se tomaron como antecedentes las investigaciones que se ha detallado a continuación:

(Delgado, 2021) En la investigación: *“Estudio comparativo entre tanque Imhoff y laguna de estabilización para reúso del agua en riego”*. Tuvo fin caracterizar las bondades de sistemas, Laguna de Estabilización y tanque IMHOFF conllevando el reúso de agua en riego. En su investigación realizó una evaluación y análisis de dos plantas para tratar aguas residuales, respecto al sistema de laguna de estabilización y sistema del tanque IMHOFF, donde sostuvo las características bondadosas de cada sistemas, siendo el tanque IMHOFF requiere de pequeñas áreas para su ejecución, además se obtiene compost que sirven de abono orgánico, y para reusar el agua residual para uso de riego es un poco desventajoso con respecto al sistema de laguna de estabilización, sin embargo este último necesita grandes áreas para su manejo.

(Chirinos & Huanca, 2020) En su investigación: *“Diseño y planteamiento de una planta de tratamiento de las aguas residuales ubicada al noreste del pueblo de Coporaque-Caylloma usando Murmunta (nostoc commune) como tratamiento secundario”*. Proponen como objetivo de construir y operar un sistema de purificación secundaria de aguas residuales sobre una instalación de tratamiento que utiliza Murmunta (comuna de Nostoc). Para lograr este fin realizaron una metodología de recolección de datos experimentales sobre los parámetros de aguas residuales viniendo a ser vertidas al ambiente natural e identificaron el área de estudio adecuada para la ejecución de la PTAR cumpliendo las normas vigentes, dando lugar una propuesta de un sistema de tratamiento a escala, como tratamiento primario el tanque IMHOFF y usando el alga Nostoc Commune como tratamiento secundario, siendo este último muy eficiente dado que su máximo crecimiento ocurre durante la tercera semana, respecto con parámetros DS-003-

2010 del MINAM, la eficiencia de este sistema en la eliminación de patógenos y contaminantes alcanzó el 78%.

(Vela, 2018) En la investigación: *“Eficiencia de un tanque IMHOFF-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba”*. Cuyo fin conlleva corroborar dicha eficiencia del tanque, donde busca solucionar el problema de tratar aguas residuales del distrito ya mencionado. Implementando dos unidades experimentales, una de ellas tanque IMHOFF para tratamiento primario la otra fue un tratamiento secundario (humedales artificiales), donde al realizar un análisis de parámetros del efluente final de las unidades experimentales, dentro del laboratorio obtuvo resultados, como un porcentaje basada a nivel de remoción de DBO5 en un 93.99% y los demás parámetros que cumplen con los valores establecidos dentro del Límite Máximo Permisibles (LMP) para el final efluente de una PTAR. La idoneidad de dicho tanque como tratamiento primario, junto al tratamiento secundario, en zonas rurales se estableció por su rentabilidad, mantenimiento, simplicidad de operación y alta eficiencia.

(Hidalgo, 2018) En la investigación: *“Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en el Barrio el Milagro Huaraz-Ancash 2018”*. Su fin era sugerir un diseño de planta para tratar aguas residuales que abordara adecuadamente el conflicto para evacuar aguas residuales a los ríos. Para lograrlo, utilizó métodos para recabar información como levantamientos topográficos y sondeos para conocer la geomorfología y el relieve del área de estudio, y recolectó muestras de aguas residuales para conocer sus parámetros. Esto les proporcionó una percepción clara de la actualidad del lugar donde se llevó a cabo el estudio.

(Menchaca & Losada, 2017) En su investigación: *“Tratamiento de aguas residuales domesticas por método naturales: una propuesta para las zonas rurales”*. Propuso como objetivo proponer un tratamiento de aguas residuales sobre zonas rurales, para abordar el problema de dichas aguas domésticas no tratadas vertidas a la naturaleza, lo cual es un problema en las regiones rurales porque contamina las aguas superficiales y subterráneas de las fuentes de agua. El equipo tomó nota de la situación e ideó un plan para tratar las aguas residuales utilizando métodos naturales. El plan incluía un filtro biológico o un filtro anaeróbico como tratamiento secundario, además de redes de raíces y humedales artificiales. El objetivo era tratar las aguas residuales utilizando estos componentes

naturales, estos permiten obtener un efluente final que cumple con los valores que están dentro del rango de Límite Máximo Permisibles (LMP), que puede ser utilizado para riego, lavandería de carro, entre otros. Concluyeron diciendo que estos sistemas se adaptan a la condición y necesidad de la población y pueden utilizar materiales de la misma zona.

(Espín, 2016) En la investigación: *“Estudio y diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales utilizando un tanque IMHOFF en la comunidad Chocaló – San Francisco del Cantón Santiago de Quero, provincia de Tungurahua”*. Cuyo fin fue optimizar el tratamiento utilizando el tanque ya evidenciado, solucionando el problema del tratamiento de las aguas residuales de la comunidad. Durante la creación de este proyecto se realizó un plan efectivo para una planta para abordar estas aguas residuales de la zona, se propone un plan que contempla la instalación de rejillas y un desarenador para el tratamiento inicial, seguido de un tanque IMHOFF para el tratamiento primario y filtro biológico para tratamiento secundario. En su opinión, el tanque IMHOFF elimina el 30% de la DBO como tratamiento primario y un filtro biológico elimina el 72,5% restante como tratamiento secundario. Esto supone un vertido de efluente de 55,83 mg/l DBO, mejorando el agua tratada.

(Aguay, 2016) En la investigación *“Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, con el sistema de tratamiento IMHOFF de aguas residuales para la Parroquia San Luis de Pambil, cantón Guaranga, provincia Bolívar”*. se propuso como fin analizar y diseñar una planta para tratar un sistema de alcantarillado utilizando el sistema de tanque IMHOFF, donde buscó solucionar los problemas que tiene los habitantes como enfermedades y contaminación a quebradas producto de las aguas servidas o negras. En su investigación realizó los estudios con el fin de analizar las aguas residuales, evaluó la demanda poblacional y realizó los estudios (estudio de suelo, levantamiento topográfico), luego realizó el diseño de la planta para tratar dichas aguas residuales utilizando la tecnología del IMHOFF, teniendo en cuenta aquellos datos o resultados evaluó posteriormente los aspectos económicos para la ejecución del proyecto, obteniendo un presupuesto favorable con respecto a la demanda poblacional de la comunidad.

El diseño del sistema de tratamiento conlleva realizar con el fin de evaluar el horizonte de 20 años, para una proyección de 747 habitantes y un parámetro de producción de un caudal de 71.54 m<sup>3</sup>/día, este sistema de tratamiento propuesto está dado por un diseño de

una PTAR, usando en el tratamiento primario y secundaria el Tanque Imhoff y filtro biológico respectivamente y la cámara de contacto de cloro como tratamiento terciario por su simplicidad operacional. En la parte técnica la PTAR es eficiente con respecto a parámetros de aguas residuales en Yerbabuena, con una remoción del 89.5% de DBO Y 99.9% de CF resultando un efluente de salida de 9.94 mg/l de DBO y 576 NMP/100 ml CF. Respecto al presupuesto de PTAR propuesto a nivel de costo directo tiene un valor de 306,874.69 soles, como resultado, se concluye, es factible construir una PTAR que sea capaz de atender las necesidades sociales del pueblo de Yerbabuena.

## II. MATERIAL Y METODOS

### 2.1. Objetivos de la investigación

#### 2.1.1. General

Evaluar y plantear una propuesta técnica económica de un sistema tanque IMHOFF como alternativa para el tratamiento de las aguas residuales de la localidad de Yerbabuena.

#### 2.1.1. Específicos:

- ✓ Determinar la característica geomorfológica (topografía) del área de estudio.
- ✓ Evaluar la demanda poblacional y el caudal de las aguas residuales.
- ✓ Diagnosticar las aguas residuales vertidas en el causas naturales, para determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.
- ✓ Diseñar una planta para el tratamiento de las aguas residuales utilizando en el tratamiento primario el tanque IMHOFF.
- ✓ Evaluar el aspecto técnica y económica del sistema de tratamiento de las aguas residuales diseñado.

### 2.2. Ubicación geográfica de zona de estudio

<b>Anexo</b>	: Yerbabuena
<b>Distrito</b>	: Jalca Grande
<b>Provincia</b>	: Chachapoyas
<b>Región</b>	: Amazonas
<b>País</b>	: Perú
<b>Temperatura promedio:</b>	18 °C
<b>Clima</b>	: Templado

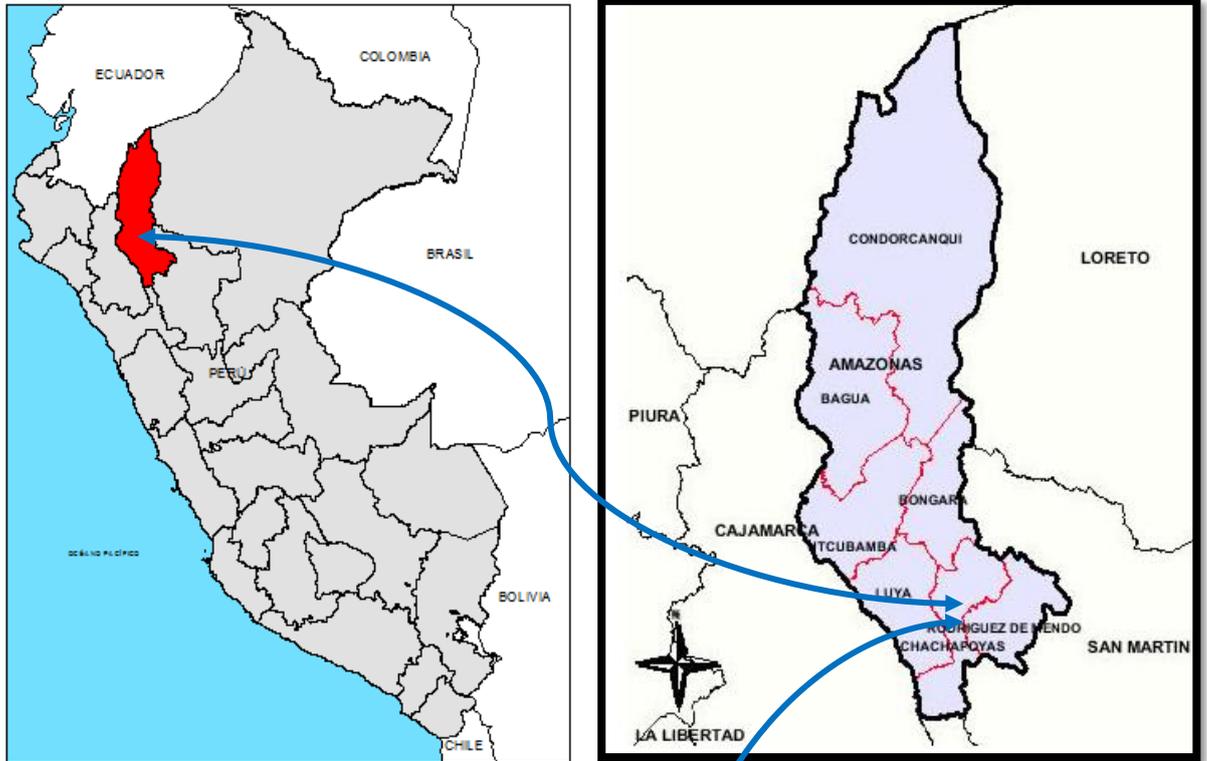
**Tabla 1**

*Coordenadas del área de estudio*

<b>Coordenadas UTM</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altitud (m.s.n.m)</b>
Punto centro	9273995	187156	1875.00

**Figura 1**

*Representación cartográfica del área de investigación*



*Mapa político del Perú*

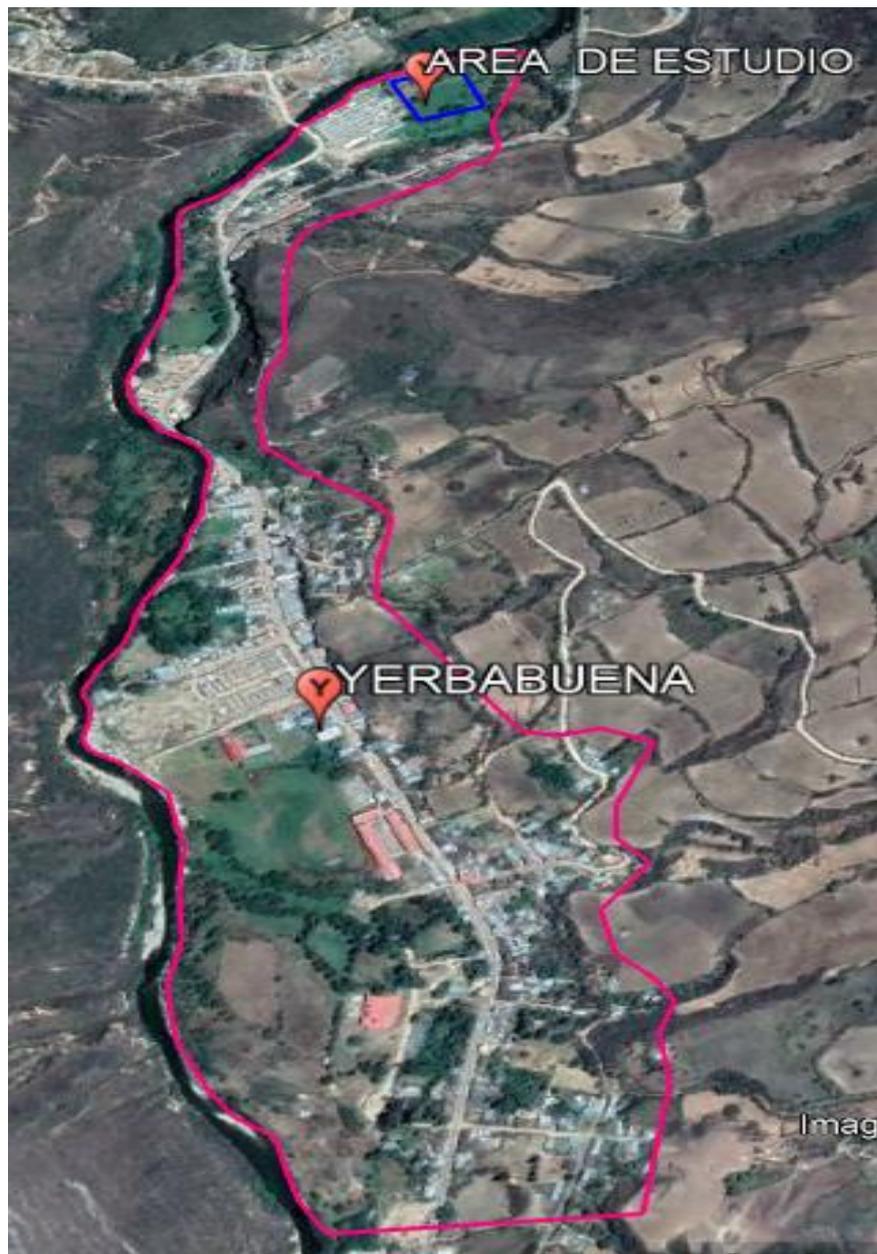
*Mapa de la región Amazonas*



*Representación cartográfica de la provincia de Chachapoyas*

**Figura 2**

*Fotografía satelital de la región de interés*



### 2.3. Materiales, herramienta y equipo

**Tabla 2**

*Técnicas e instrumentos*

<b>N°</b>	<b>Objetivos específico</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
01	Determinar la característica geomorfológica (topografía) del área de estudio.	*observación directa *levantamiento topográfico	*libreta topográfica *casco *Machete *Wincha manual * Estación total South N6 *GPS Etrex Garmin 20 *Software AutoCAD Civil 3D 2021-versión estudiante
02	Evaluar la demanda poblacional y el caudal de las aguas residuales.	*Documental *observación directa	*Información demográfica de registro del censo nacional (INEI) *Registro de la cantidad de población (Establecimiento de Salud Yerbabuena) *Laptop Asus i5 TUF Gaming F15 FX506HF  *Paquete de office versión estudiante
03	Diagnosticar las aguas residuales vertidas en el causas naturales, para determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.	*Observación directa *Ensayo de laboratorio	*Balde de plástico *Guantes quirúrgicos * Etiquetas *Botellas de 500 ml de plástico *caja térmica mediano * Hielo *casco *Mascarilla descartables, *Termómetro

			* Enseres de laboratorio de aguas residuales (botellas winker, vaso de precipitación, pipeta, agua destilada, solución amortiguadora de PH, papel aluminio, jeringuillas, pH- metro, incubadora y oxímetro) * Machete
04	Diseñar una planta para el tratamiento de las aguas residuales utilizando el sistema de tratamiento primario el tanque IMHOFF.	*Documental *Observación directa	* Software AutoCAD Civil 3D 2021-versión estudiante *Paquete de office versión estudiante *Laptop Asus i5 TUF Gaming F15 FX506HF *Lapicero *Calculadora científica
05	Evaluar el aspecto técnica y económica del sistema de tratamiento de las aguas residuales diseñado.	*Documental *Observación directa	* Software S10 Costo y Presupuesto *Paquete de office versión estudiantil *Laptop Asus i5 TUF Gaming F15 FX506HF *Lapicero *Calculadora científica

*Nota:* Detalle los materiales, equipo y herramienta utilizado de acuerdo con los objetivos específicos.

## 2.4. Método, tipo, y diseño de investigación

### 2.4.1. Tipo de investigación

Conforme a Borja (2016), el trabajo de **tipo aplicada** conlleva intentar conocer, construir y transformar una realidad conflictiva, aplicando el conocimiento a una realidad problemática.

Con el fin de realizar el estudio, la investigación fue de tipo aplicada porque a través del desarrollo del sistema para tratar las aguas residuales se logró una solución sobre una realidad problemática.

Según Borja (2016), el tipo de investigación **cuantitativo** se caracteriza porque conoce la realidad mediante el análisis de datos con finalidad de responder las hipótesis, este tipo de investigación depende de la medición numérica.

La investigación actual empleo un enfoque de tipo cuantitativa, debido a que se basa en recopilar y analizar datos con el fin de conocer la realidad, para probar la hipótesis se evaluó las variables utilizando valores numéricos.

#### **2.4.2. Diseño de la investigación**

El trabajo fue **no experimental** y **carácter transversal**, ya que no fue necesario probar la relación de las variables es decir no hubo una manipulación de ambas variables, ya que, llegaron observarse dichos eventos sobre un contexto natural.

Fue **transversal** porque conllevo recolectar datos sobre un único tiempo.

#### **2.4.3. Población, muestra y muestreo**

##### **2.4.3.1. Universo muestral**

Como muestra fueron las aguas residuales del Centro Poblado de Yerbabuena siendo principal factor que nos llevó a desarrollar el proyecto de esta investigación.

#### **2.5. Metodología y procedimiento**

##### **2.5.1. Determinar la característica geomorfológica (topografía) del área de estudio**

###### **2.5.1.1. Reconocimiento la zona de investigación**

Se basó con la visita y un recorrido por toda el área a estudiar, con el fin de realizar una observación visual directa al área de estudio para la ejecución de la investigación.

###### **2.5.1.2 Estudio topográfico**

Para determinar la característica geomorfológica o topográfica (forma de la superficie del terreno o relieve como; cotas, pendiente y área) del área a investigar, se obtuvo realizando el levantamiento topográfico con la ayuda de equipos de topografía como la Estación total, GPS, prisma. Los puntos tomados fueron en el área del terreno donde hemos

planteado para realizar el diseño de la investigación y también se tomó el punto de ultimo buzón existente.

Una vez obtenido todos los datos conllevó realizar el procesamiento en el software de CAD Civil 3D Metric 2021, donde se procedió a crear curvas de nivel, que nos ayudó a definir la forma del terreno a estudiar.

## **2.5.2. Evaluar la demanda poblacional y el caudal de las aguas residuales.**

### **2.5.2.1. Población**

#### **2.5.2.1.1. Población actual**

Se obtuvo mediante el Establecimiento de salud de la localidad de Yerbabuena quien nos facilitó con esta información para la investigación.

#### **2.5.2.1.2. Índice de incremento demográfico**

Con el fin de obtener dicha tasa conllevó tomar la información de los resultados obtenidos por censo nacional de población y viviendas por “Instituto Nacional de Estadística e Informática” (INEI, 2017), correspondiente al 2007 y 2017. El aumento demográfico del área de Yerbabuena se indica a continuación:

**Tabla 3**

*Crecimiento poblacional de Yerbabuena*

<b>Año censal</b>	<b>Población existente</b>
2007	588
2017	631
2023	652

*Fuente:* (INEI, 2017)

#### **2.5.2.1.3. Población futura o de diseño**

##### **2.5.2.1.3.1 Periodo de diseño**

Para diseñar las obras de saneamiento no solo se deben tener en cuenta dichas necesidades actuales, sino el crecimiento de la comunidad a futuro (Gamarra & Rengifo, 2018). Según lo estipulado en la norma (RNE OS.090, 2018), la etapa de concepción de una infraestructura con el fin de tratar aguas residuales debe incorporar un tiempo de diseño de veinte a treinta años. Por ello, se incorporó un período de veinte años para dicha

actividad del municipio de Yerbabuena, ante el insignificante crecimiento poblacional de la localidad.

#### **2.5.2.1.3.2. Método de cálculo para la estimación de la población futura**

Se empleó el método analítico para calcular la población futura, ya que es el enfoque predominante en las regiones rurales y está sujeta a las particularidades específicas de las valoraciones de población del censo y de los períodos de tiempo durante los cuales se miden. El método se subdivide en los métodos aritmético, geométrico y de curvas normales. Ecuaciones que son cuadráticas y exponenciales.

En esta investigación se usó el método aritmético, ya que este método es más recomendable utilizar en zonas rurales donde la tasa de crecimiento es pequeña.

La proyección poblacional o planificación se calculó por la siguiente fórmula:

Método aritmético

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{rt}{1000} \right) \quad \dots \text{Ecuación 1}$$

**Donde:**

**Pf:** Población por venir.

**Pa:** Población presente.

**r:** Índice de aumento anual por cada mil residentes.

**t:** Período en años

#### **2.5.2.1.3.3. Dotación**

Cada miembro del hogar es responsable de consumir diariamente una determinada cantidad de agua. La estimación de los flujos de efluentes domésticos se basa en los patrones de uso del agua de los ocupantes individuales de los hogares. Se estableció como criterio para establecer el caudal de diseño de nuestra PTAR el suministro de agua potable por habitante; este valor responde a factores como; magnitud de la población, clima regional, las condiciones económicas, los atributos culturales y más.

La dotación per cápita se calculó de acuerdo con las siguientes tablas:

**Tabla 4***Dotación de agua para consumo doméstico*

<b>Zona</b>	<b>Flujo de agua sin efecto arrastre lts/ hab/día</b>	<b>Flujo de agua con arrastre hidráulico lts/ hab/día</b>
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

*Fuente:* Propuesta de alternativas tecnológicas para sistemas de suministro de agua potable destinados al consumo humano y la gestión de saneamiento en entornos rurales MVCS, 2018

**Tabla 5***dotación basada en la cantidad de habitantes*

<b>Número de residentes</b>	<b>Asignación de agua por habitante por día (lts/hab.día)</b>
Menos de 500	60
Entre 500 y 1000	60-80
Entre 1000 y 2000	80-100

*Fuente:* Ministerio de salud (1962), asignación de agua para consumo humano para zonas rurales.

### **2.5.2.2. El flujo estimado de las aguas residuales para el diseño.**

Para efecto de determinar el caudal de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, se tomaron en consideración los siguientes factores:

#### **2.5.2.2.1. Factor de retorno (C)**

El volumen de aguas residuales producido por la comunidad es inferior al suministro de agua potable proporcionado. Esta discrepancia surge de diversas actividades que realizan los residentes, que incluyen, entre otras, jardinería, limpieza de la casa, cría de animales y otros usos externos, que resultan en la pérdida de una parte del agua distribuida por lo que no ingresan a la red de alcantarillado.

La estimación del factor de retorno va a estar dado entre los valores de 0.80 a 0.85. Para nuestro diseño se consideró 0.80 según la norma peruana de redes de aguas residuales (RNE OS.070, 2018).

#### **2.5.2.2.2. Caudal de infiltración (Qi)**

El flujo de infiltración denota el agua subterránea que se filtra en los sistemas de alcantarillado a través de cajas de inspección, uniones o tuberías con defectos, entre otros medios. Para determinar el caudal de infiltración se consideraron varios factores, entre ellos; altura del nivel de agua subterránea, capacidad de permeabilidad del suelo, el material y tipo de conexiones en las tuberías y el nivel de cuidado cuando se construye la cámara de inspección.

Con el fin de estimar el caudal de infiltración llevo considerarse una tasa de aporte de infiltración de 0.05 l/s/km, según la norma peruana de redes de aguas residuales (RNE OS.070 , 2018).

Para calcular el flujo de infiltración llevo usarse la expresión que viene a continuación:

$$Q_i = T \times L \quad \dots \text{Ecuación 2}$$

**Donde:**

**Qi:** Volumen de agua que se infiltra (l/s)

**T:** Tasa de aporte de infiltración (0.05)

**L:** Longitud total de alcantarillado (km)

#### **2.5.2.2.3. Caudal por conexiones erradas (Qe)**

Resultado de conexiones inadecuadas, así como de conexiones encubiertas que aprovechan de los patios residenciales para acceder al sistema de drenaje. Según los Lineamientos para el Diseño de Tecnología de Alcantarillado (Organización Panamericana de Salud, 2005), el caudal por conexiones inadecuadas o erradas va estar dado entre un 5% y un 10% del flujo máximo horario de aguas residuales.

Para calcular el caudal de vínculos erradas conllevo considerar aportes del 5% de caudal máximo horario y está dado por la siguiente expresión:

$$Q_e = 0.05 * Q_{mh} \quad \dots \text{Ecuación 3}$$

**Donde:**

**Qe:** Flujo de agua de conexiones erradas (l/s)

**Qmh:** Flujo de agua máximo horario (l/s)

#### **2.5.2.2.4. Caudal de diseño**

##### **2.5.2.2.4.1. Caudal promedio**

Posterior a obtener datos de la estimación poblacional para el diseño conlleva usar la siguiente ecuación:

$$Qp = \frac{Pf*Dot*C}{86400} \quad \dots \text{Ecuación 4}$$

**Donde:**

**Qp:** Caudal promedio (l/s)

**Pf:** Población futura (hab.)

**Dot:** Consumo promedio de agua (l/hab./día)

**C:** Coeficiente de retorno (0.80)

##### **2.5.2.2.4.2. Caudal máximo horario**

Esta dado por la siguiente formula:

$$Qmh = k*Qp \quad \dots \text{Ecuación 5}$$

**Donde:**

**Qmh:** Caudal máximo horario (l/s)

**K:** Coeficiente de caudal máximo horario (2.00)

**Qp:** Caudal promedio (l/s)

##### **2.5.2.2.5. Caudal de diseño final**

Se empleó la fórmula que sirve para determinar el flujo y así seleccionar el tamaño adecuado del sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

$$Qd = Qmh + Qi + Qe \quad \dots \text{Ecuación 6}$$

**Donde:**

**Qd:** Caudal de diseño (l/s)

**Qmh:** Caudal máximo horario (l/s)

**Qi:** Caudal de infiltración (l/s)

**Qe:** Caudal de conexiones erradas (l/s)

**2.5.3. Diagnosticar las aguas residuales vertidas en el cause naturales, para determinar los parameros físicos, químicos y bacteriológico.**

#### **2.5.3.1. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos**

Según Osorio, Negrete, Loor & Riera (2021), todos los días, la gente hace cosas que producen aguas residuales en sus hogares, y mover estas aguas residuales supone un riesgo de contaminación. Existen parámetros de calidad, como los fisicoquímicos y microbiológicos, que se utilizan para describir las características de las aguas residuales. Estos parámetros nos dicen qué tan contaminada está una muestra de aguas residuales.

##### **2.5.3.1.1. Solidos totales en suspensión**

Según Torres & Lozano (2017), lo conceptualiza como partículas, sea orgánicas o inorgánicas, que se separan físicamente de una masa de agua por filtración o sedimentación.

##### **2.5.3.1.2. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)**

Según Mayarí & Gutiérrez (2005), la DBO se refiere a la cantidad oxígeno necesario por los microorganismos para degradar la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua residual. La DBO es un indicador de la calidad del agua.

##### **2.5.3.1.3. Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Según Raffo & Ruíz (2014), la cantidad de oxígeno requerido con el fin de iniciar la transformación química que ocurre cuando la substancia de origen biológico experimenta un proceso de oxidación dentro de una muestra líquida, que está determinada bajo condiciones de temperatura, el tiempo y oxidantes.

#### **2.5.3.1.4. Coliformes termotoleraantes**

*Escherichia coli*, está clasificada como microorganismo contaminante fecal debido a la dicha fuente contaminante son los excrementos, se incluye en el grupo de microbios termotolerantes. La presencia de este microbio sirve como indicador de la contaminación. De manera similar, los consorcios bacterianos que experimentan la fermentación de la lactosa a 44,5°C se clasifican como coliformes fecales (Delgado & Eyzaguirre, 2015).

#### **2.5.3.1.5. Aceites y grasas**

Dichos elementos son responsables de elaboración de lociones y espumas, provocando complicaciones o entorpecimientos en determinados procesos químicos y físicos. Al privarse de la interacción de los gases entre el agua y la atmósfera, es necesario erradicarlos antes de iniciar el tratamiento (Casanova & Huamani, 2014).

#### **2.5.3.1.6. Potencial de hidrogeno**

Determina aquella alcalinidad o acidez sobre soluciones en función de cantidad de iones de OH o hidrógenos presentes (Rudiger, 1975).

### **2.5.3.2. Procedimiento de los ensayos realizados**

Se realizó la localización de puntos de descarga de las aguas residuales en la comunidad de Yerbabuena, para extraer las muestras de las aguas y ser llevado al laboratorio.

#### **2.5.3.2.1. Muestreo**

Para realizar un análisis de los parámetros materia orgánica y parámetros fisicoquímicos en cada sitio de descarga, se recolectaron muestras en un recipiente de 500 ml. para facilitar el muestreo, el recipiente se enjuagó un total de tres veces. Con el fin de analizar parámetros microbiológicos conllevó usar un recipiente de 500 ml. para fines de recolección de la muestra se obtuvo directamente del recipiente sin ningún enjuague previo. Los envases fueron proporcionados por el laboratorio de investigación de aguas, donde posteriormente se realizó el ensayo.

Una vez tomado las muestras se llevó al laboratorio de aguas, donde se realizaron los respectivos ensayos, guiado por la norma, para sacar los hallazgos de las características fisicoquímico, materia orgánica y microbiológica de las aguas residuales provenientes de actividades humanas.

Teniendo todos los resultados se prosiguió a realizar las comparaciones con los datos que nos proporciona la norma de Límite Máximo Permisible (LMP), que define aquella calidad de efluente en su vertimiento en cuerpos de aguas.

El Límite Máximo Permisible, según lo define el Decreto Supremo N° 003-2010 MINAM, corresponde al grado en que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente pueden verse comprometidos. Cualquier superación de este límite podría tener como resultado efectos adversos tanto para la salud ambiental como para la salud pública. El Límite Máximo Permisible (MPL) especifica la calidad del efluente que puede ser liberado a un cuerpo de agua desde una PTAR.

**Tabla 6**

*Límites máximos permisibles para desechos líquidos provenientes de hogares*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Limite</b>
Aceites y Grasas	mg/l	<20
Nivel de pH	Und pH	6.5-8.5
Solidos Totales en suspensión	mg/l	150
Temperatura del agua	°C	<35
Demanda Biológica de Oxígeno	mg/l DBO5	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	200
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	10000

*Fuente:* Decreto Supremo N°003-2010-MINAM

#### **2.5.4. Diseñar una planta para el tratamiento de las aguas residuales utilizando en el tratamiento primario el tanque Imhoff.**

Posterior a la recopilación de datos sobre la superficie terrestre de la zona estudiada, incluidas elevaciones, pendientes, flujo de diseño, área y características del líquido residual, se comenzó a realizar el procedimiento de diseño del PTAR que se utilizaría en la investigación.

##### **2.5.4.1. Tratamiento preliminar**

###### **2.5.4.1.1 Cámara de rejillas**

Es el tratamiento preliminar llamado cribado, cuyo fin conlleva la remoción de sólidos suspendidos que viene juntamente con aguas residuales en grandes tamaños, evitando así que estos puedan perjudicar el funcionamiento de las otras unidades de tratamientos.

Las rejillas estarán diseñadas con inclinación manual entre 45° y 60° con respecto a la horizontal, para su fácil limpieza de está, evitando así los atascos.

El cálculo hidráulico se realizó de acuerdo con el caudal de diseño calculado y teniendo en cuenta los parámetros que nos proporciona la Norma Peruana (RNE OS.090, 2018) que se presenta a continuación:

**Tabla 7**

*Directrices para la planificación de la estructura de la cámara con barrotes*

DESCRIPCION	RANGO
Espesor de la barra	5-15mm
Separación entre barras	20-50mm
Ancho de la barra	30-75mm
Velocidad en las barras	0.60-0.75 m/s
Velocidad en los canales	0.30-0.60 m/s
Angulo de inclinación de las barras	45°-60°
Coefficiente de rugosidad	0.013

*Fuente:* RNE OS.090, 2018

El cálculo hidráulico de las rejas se diseñó con By Pass en casos importantes o en el momento que se haga el mantenimiento de las rejas.

Para crear la cámara de rejas, se utilizaron las ecuaciones a continuación:

**Sección transversal de la criba**

$$Ac = \frac{Au}{E} \quad \dots Ecuación 7$$

Donde;

$$Au = \frac{Qmh}{Vr*1000} \quad \dots Ecuación 8$$

$$E = \frac{a}{a+e} \quad \dots Ecuación 9$$

**Donde:**

**Ac:** Sección transversal de la criba (m<sup>2</sup>)

**Au:** Área útil del canal (m<sup>2</sup>)

**E:** Eficiencia de las barras de criba

**Qmh:** Caudal máximo horario (l/s)

**Vr:** velocidad en las barras (m/s)

**a:** Separación entre barras (pulg)

**e:** Espesor de las barras (1/4)

## Material cribado

Con el fin de pronosticar el material cribado se utilizó la tabla a continuación:

**Tabla 8**

Material cribado litros por metro cubico de agua residual

Dimensión de la apertura (mm)	Cantidad (litros de material cribado l/m <sup>3</sup> de agua residual)
20	0.038
25	0.023
35	0.012
40	0.009

*Fuente:* RNE OS.090, 2018

Para hallar el material cribado conlleva usar la siguiente ecuación:

$$Mtc = Qmh * Mc * 86400 \quad \dots Ecuación 10$$

**Donde:**

**Mtc:** Material total cribado (l/día)

**Qmh:** Caudal máximo horario (m<sup>3</sup>/s)

**Mc:** Cantidad de material cribado litro por metro cubico

### 2.5.4.1.2. Desarenador

Tiene como objetivo retener arena y otras partículas minerales suspendidas en los vertidos de aguas residuales.

El diseño hidráulico se realizó considerando los siguientes parámetros: los especificados en la Norma Peruana (RNE OS.090, 2018) y guía para diseño de desarenadores y sedimentadores (Organización Panamericana de Salud, 2005):

**Tabla 9**

*Parámetro de diseño hidráulico del desarenador*

DESCRIPCIÓN	RANGO
Diámetro de la partícula	0.20mm
Velocidad horizontal	0.30 m/s + 20%
Tasa de aplicación o remoción	45 – 70 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h

*Fuente: RNE OS.090, 2018*

Para el cálculo hidráulico del desarenador se utilizó las siguientes ecuaciones:

Área máxima de sección transversal del canal de desarenador:

$$A = \frac{Q_{mh}}{v_h} \quad \dots Ecuación 11$$

**Donde:**

**A:** Área del canal (m<sup>2</sup>)

**Q<sub>mh</sub>:** Flujo máximo por hora (m<sup>3</sup>/s)

**V<sub>h</sub>:** Rapidez en la dirección horizontal (m/s)

Ancho del canal de desarenador:

$$A = 1.5 * B^2 \quad \dots Ecuación 12$$

**Donde:**

**A:** área del canal

**B:** Ancho del canal

Longitud del desarenador:

$$L = Tr * V_h \quad \dots Ecuación 13$$

**Donde:**

$$Tr = \frac{H}{v_s} \quad \dots Ecuación 14$$

**Donde:**

**L:** Longitud teórica del desarenador

**Tr:** Tiempo de retención

**Vh:** Velocidad horizontal

**H:** Altura del canal

**Vs:** Velocidad de sedimentación

Cada lado del desarenador se aumenta en un 25% de su longitud teórica, tal y como especifica la norma (RNE 0s.090, 2018).

Pendiente del canal:

$$Vh = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \dots Ecuación 15$$

Donde:

$$Rh = \frac{Ac}{(2Y+B)} \quad \dots Ecuación 16$$

**Donde:**

**Vh:** Velocidad horizontal

**Rh:** Radio hidráulico

**S:** Pendiente del canal

**n:** Coeficiente de rugosidad

**Ac:** Área del canal

**Y:** Altura del Canal

**B:** Ancho del canal

Longitud de Zona de transición

$$Ls = \frac{Bt-B}{Tan\phi} \quad \dots Ecuación 17$$

**Donde:**

**Ls:** Longitud de zona de transición

**Bt:** Acho total de desarenador

**B:** Ancho de canal de ingreso

∅: Angulo de inclinación

#### 2.5.4.2. Tratamiento primario

Cuyo fin primordial es disminuir la carga de trabajo del tratamiento biológico mediante la eliminación de sustancias orgánicas e inorgánicas en suspensión mediante sedimentación o floculación.

##### 2.5.4.2.1. Tanque Imhoff

El objetivo principal de este método de tratamiento es eliminar o retirar los sólidos en suspensión. Esta tecnología atiende a una comunidad con una población de menos de 5.000 personas. Este aparato consta de tres compartimentos diferenciados: zona de sedimentación, zona de digestión y cámara de nata o zonas de ventilación. En particular, estos compartimentos funcionan sin esfuerzo y no requieren el uso de ningún mecanismo. Para el cálculo hidráulico del tratamiento primario se realizó de acuerdo con el caudal calculado en m<sup>3</sup>/hora, temperatura del área de estudio, a los parámetros que nos proporciona la norma (RNE OS.090, 2018) y guiar para diseño de tanques sépticos, Laguna de Estabilización y Tanques Imhoff (OPS, 2005), evidenciados en el siguiente:

**Tabla 10**

*Consideraciones de diseño para el Tanque Imhoff*

DESCRIPCIÓN	RANGO
Carga superficial	1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hora
Periodo de retención hidráulica	1.5 a 2.5 horas
Angulo de inclinación (sedimentador)	50°- 60°
Ancho de la arista central	0.15-0.20
Prolongación de lado	0.15-0.20
Borde libre	0.30 m
Relación Largo/ Ancho	3.00 - 10 m
Densidad de solidos	1.05 kg/l
Altura libre entre el nivel de lodo y el sedimentador	0.50 m
Angulo de inclinación (zona de digestión)	15°-30°
Espaciamiento libre mínimo	1.00 m
Tasa de acumulación de lodo	70.00 L/hab* año
Superficie libre será 30% super. Total	>30%

Fuente: RNE OS.090, 2018

**Tabla 11**

*Parámetro de factor de capacidad relativa para el cálculo del volumen de almacenamiento y digestión.*

Temperatura °C	Factor de capacidad relativa (fcr)
5	2.0
10	1.4
15	1.0
20	0.7
>25	0.5

Fuente: RNE OS.090, 2018

**Tabla 12**

*Parámetro del tiempo requerido para digestión de lodo en función de la temperatura*

Temperatura °C	Tiempo de digestión en día
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Fuente: RNE OS.090, 2018

Para determinar el cálculo hidráulico del tanque Imhoff conlleva usar la guía de diseño de fosas sépticas, lagunas de estabilidad y tanques Imhoff (Organización Panamericana de Salud, 2005), se presenta las siguientes ecuaciones:

**Diseño del sedimentador:**

Flujo de diseño

$$Q_p = \frac{\text{población} \cdot \text{dotación}}{1000} \times \% \text{contribución} \quad \dots \text{Ecuación 18}$$

Área del sedimentador

$$A_s = \frac{Q_p}{C_s} \quad \dots \text{Ecuación 19}$$

**Donde:**

**As:** Área del sedimentador (m<sup>2</sup>)

**Qp:** caudal promedio de diseño (m<sup>3</sup>/h)

**Cs** = carga superficial (1 m<sup>3</sup>/ (m<sup>2</sup>\*hora))

Volumen del sedimentador

$$V_s = Q_p * R \quad \dots \text{Ecuación 20}$$

**Donde:**

**V:** volumen del tanque sedimentador (m<sup>3</sup>)

**Qp:** Flujo promedio de diseño (m<sup>3</sup>/h)

**R**= Tiempo de retención hidráulica (15 – 2.5)

Longitud mínima del vertedero de salida (m)

$$L_v = \frac{Q_{max}}{C_{hv}} \quad \dots \text{Ecuación 21}$$

**Donde:**

**Lv:** Longitud mínima del vertedero de salida (m)

**Qmax**= Caudal máximo diario (m<sup>3</sup>/día)

**Chv**= carga hidráulica sobre el vertedero (125 a 500 m<sup>3</sup>/m\*día)

**Diseño del digestor**

Volumen de digestión

$$V_d = \frac{70 * p * fcr}{1000} \quad \dots \text{Ecuación 22}$$

**Donde:**

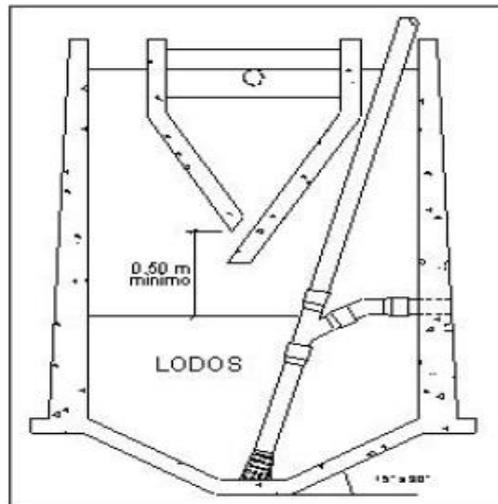
**Vd:** Volumen de digestión (m<sup>3</sup>)

**P**= Población

**fcr**= factor de capacidad relativa

### Figura 3

#### Divisiones internas del Tanque Imhoff



Fuente: (OPS, 2005)

#### 2.5.4.2.2. Lecho de secado

Forma parte del tanque Imhoff, donde los lodos acumulados en la zona de digestión se extraen periódicamente y son llevados a esta estructura que cumple la función de realizar el secado de los lodos mediante de un proceso de infiltración, y luego se realiza su posterior retiro que este puede ser utilizado como abono.

Para el cálculo hidráulico del lecho de secado tomando en cuenta las características de las aguas residuales (solidos en suspensión en agua residual cruda) de área de estudio y los criterios de la norma peruana (RNE OS.090, 2018)

**Tabla 13**

*Parámetro de planificación de la disposición del área de secado*

DESCRIPCIÓN	RANGO
Periodo de retención	4 – 6 hrs.
% lodos primarios digerido	8-12%
Densidad de lodo digeridos	(1.03-1.04) kg/l
Profundidad de aplicación	20cm – 40cm
Ancho de lecho de secado	3m – 6m
Tiempo de digestión	(4 – 8) semanas

Fuente: RNE OS.090, 2018

Con el fin de obtener el cálculo hidráulico del lecho de secado conlleva utilizar las siguientes ecuaciones:

Carga de solidos que ingresa al sedimentador

$$C = Q * SS * 0.0864 \quad \dots Ecuación 23$$

**Donde:**

**C:** Carga de solidos (Kg de SS/día)

**Q:** Caudal promedio de las aguas residuales

**SS:** Solidos en suspensión en el agua residual cruda (mg/l)

Masa de solidos que conforman los lodos

$$Msd = (0.5 \times 0.7 \times 0.5 \times C) + (0.5 \times 0.3 \times C) \quad \dots Ecuación 24$$

**Donde:**

**Msd:** Cantidad de materia sólida (kgSS/día)

**C:** Concentración de materia sólida (kg de SS/día)

Volumen diario de lodos digeridos

$$Vld = \frac{Msd}{\rho_{lodo} * \left( \frac{\% \text{ de solido}}{100} \right)} \quad \dots Ecuación 25$$

**Donde:**

**Vld:** Volumen diario de lodos (l/día)

**Msd:** Masa de solidos (kgSS/día)

**$\rho_{lodo}$ :** Densidad de los lodos, 1.04 kg/l

**% de solido:** porcentaje de solidos contenidos en el lodo (8% - 12%)

Volumen de lodos a extraer del tanque (m<sup>3</sup>)

$$Vel = \frac{Vld * Td}{1000} \quad \dots Ecuación 26$$

**Donde:**

**Vel:** Volumen de lodos a extraer (m<sup>3</sup>)

**Vld:** Volumen diario de lodos (l/día)

**Td=** tiempo de digestión, (día)

### Superficie del espacio destinado al proceso de secado (m<sup>2</sup>)

$$Als = \frac{Vel}{Ha} \quad \dots Ecuación 27$$

**Donde:**

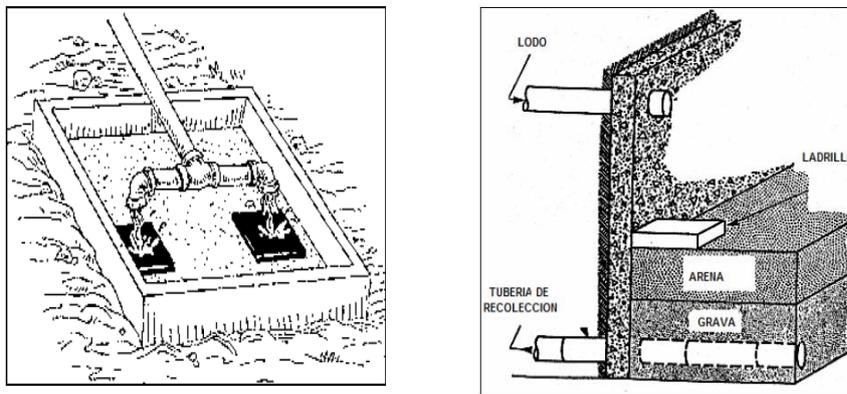
**Als:** Área de lecho de secado (m<sup>2</sup>)

**Vel:** Volumen de lodo a extraer (m<sup>3</sup>)

**Ha:** Profundidad de aplicación (0.2 m – 0.4 m)

**Figura 4**

*Perspectiva de un área destinada al proceso de deshidratación*



*Fuente:* (OPS,2005)

#### **2.5.4.3. Tratamiento secundario**

Tiene con fin principal eliminar los contaminantes entre un 50% y un 90%. El proceso se basa en el uso de microbios que, cuando se exponen a un ambiente aeróbico, descomponen los materiales orgánicos en gases y desechos celulares (BELZONA INC, 2010).

##### **2.5.4.3.1. Filtro biológico**

Es un tratamiento secundario de aguas residuales que está constituido por un relleno filtrante, en la que crece una capa de microorganismo, con un objetivo de degradar y eliminar una gran parte de cargas contaminantes que puede tener las aguas residuales.

El cálculo para el diseño se basó en las características de aguas residuales (DBO) de la zona estudiada y las siguientes normas peruanas:

**Tabla 14**

*Parámetro de diseño del filtro biológico*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RANGO</b>
Eficacia en la eliminación de la DBO <sub>5</sub> durante el tratamiento inicial	30%
Profundidad del medio filtrante (tipo de carga baja)	1.50-3.00m

Fuente: RNE OS.090, 2018

Para el cálculo hidráulico del filtro biológico conlleva utilizar las siguientes ecuaciones:

DBO<sub>5</sub> Remanente (So, mg/l)

$$S_o = (1 - E_p) \times S_t \quad \dots \text{Ecuación 28}$$

**Donde:**

**So:** DBO<sub>5</sub> Remanente (mg/l)

**Ep:** Eficiencia de remoción tratamiento primario (25% - 35%)

**St:** DBO<sub>5</sub> Afluyente (mg/l)

Eficacia del sistema de filtración

$$E = \frac{S_o - S_r}{S_o} \quad \dots \text{Ecuación 29}$$

**Donde:**

**E:** Eficiencia (%)

**So:** DBO<sub>5</sub> Remanente (mg/l)

**Sr:** DBO<sub>5</sub> Requerido

Carga de DBO

$$W_g = \frac{S_o \times Q_p}{1000} \quad \dots \text{Ecuación 30}$$

**Donde:**

**Wg:** Carga de DBO (kg DBO/día)

**So:** DBO<sub>5</sub> Remanente (mg/l)

**Qp:** Caudal promedio de diseño (m<sup>3</sup>/día)

Razón de recirculación (R)

$$R = \frac{Q_R}{Q_P} \quad \dots \text{Ecuación 31}$$

**Donde:**

**R:** Razón de recirculación

**Q<sub>R</sub>:** Caudal de recirculación

**Q<sub>P</sub>:** Caudal promedio de diseño (m<sup>3</sup>/día)

Factor de recirculación

$$F = \frac{1+R}{\left(1+\frac{R}{10}\right)^2} \quad \dots \text{Ecuación 32}$$

**Donde:**

**F:** Coeficiente de recirculación

**R:** Proporción de recirculación

Volumen del filtro

$$V = \frac{Wg}{F} \times \left(\frac{0.4425xE}{1-E}\right)^2 \quad \dots \text{Ecuación 33}$$

**Donde:**

**V:** Volumen del filtro (m<sup>3</sup>)

**W<sub>g</sub>:** Carga de DBO (kg DBO/día)

**F:** Factor de recirculación

**E:** Eficiencia

Área del filtro

$$A = \frac{V}{H} \quad \dots \text{Ecuación 34}$$

**Donde:**

**A:** Área del filtro (m<sup>2</sup>)

**V:** Volumen del filtro (m<sup>3</sup>)

**H:** Profundidad del medio filtrante (m)

Tasa de aplicación superficial (TAS, en m<sup>3</sup>/ (m<sup>2</sup>\*día))

$$Tas = \frac{Q_P}{A} \quad \dots \text{Ecuación 35}$$

**Donde:**

**Tas:** Tasa de aplicación superficial ( $m^3/m^2 \times dia$ )

**Qp:** Caudal promedio de diseño ( $m^3/día$ )

**A:** Área del filtro ( $m^2$ )

Carga orgánica

$$Co = \frac{Wg}{V} \quad \dots Ecuación 36$$

**Donde:**

**Co:** Carga orgánica ( $kg\ DBO/m^3 \times dia$ )

**Wg:** Carga de DBO ( $kg\ DBO/día$ )

**V:** Volumen del filtro ( $m^3$ )

**2.5.5. Evaluar el aspecto técnica y económica del sistema de tratamiento de aguas residuales diseñada**

**2.5.5.1. Análisis técnico de la PTAR**

La evaluación se centró en los aspectos técnicos de la PTAR diseñado en esta investigación.

Tras recibir los resultados de las pruebas del laboratorio de aguas residuales y teniendo en cuenta el diseño hidráulico del sistema de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), fue imperativo evaluar la pureza del agua después del tratamiento y la eficacia de los parámetros de tratamiento. Esto implicaba cuantificar la DBO y detectar la presencia de coliformes termotolerantes o fecales dentro del PTAR, esto se determinó considerando los resultados de pruebas de laboratorio y los lineamientos de eficiencia establecidos en RNE OS.090 (2018), de los componentes que se utilizaron para evaluar el desempeño de los elementos proyectados del sistema de PTAR.

**Tabla 15**

*Eficiencia del procedimiento de tratamiento del sistema de PTAR*

Proceso de tratamiento	Eficiencia (%)	
	DBO5 (e)	25% - 30%
Tratamiento primario	Coliformes	40% - 55%
	termotolerantes	

	DBO5 (e)	50% - 90%
Tratamiento secundario	Coliformes termotolerantes	40% - 55%
Tratamiento terciario	Coliformes termotolerantes	99.9 %

*Fuente:* RNE OS.090, (2018)

### **2.5.5.2. Evaluación económica de la PTAR**

Este estudio realizó una evaluación económica de la propuesta de diseño para la PTAR en el municipio de Yerbabuena. El objetivo es analizar y cuantificar los componentes necesarios para lograr rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Luego de realizar el cálculo hidráulico utilizando los mejores parámetros técnicos para el sistema mencionado sugeridos, creando diseños correspondientes. Posteriormente se realizaron cuantificaciones o metrados para cada componente de la instalación de tratamiento.

Tras obtener las disposiciones, se generó un presupuesto detallado de cada pieza o componente, utilizando un precio minuciosamente estudiado que compone el proyecto. La tarea se ejecutó utilizando el software de costos y presupuesto S10, donde se generó las partidas y recursos relevantes. al sistema del cual adquirimos todo el presupuesto en costo directos para el sistema propuesto.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultado del objetivo específico N°01: Determinar la característica geomorfológica (topografía) del área de estudio.

##### 3.1.1. Levantamiento topográfico del área de estudio.

Se inicio esta fase con recorrido por toda el área del área a estudiar con el fin de identificar el lugar donde se va a ubicar el equipo y la colocación de los BM's.

El proceso de medición se realizó haciendo el trabajo topográfico con equipo de precisión alta como la estación total de marca South N6 y un GPS Etrex Garmin 20, tomado en cuenta la distancia de la vivienda y del rio. Durante el levantamiento topográfico, se trabajó con coordenadas UTM basadas en el sistema WGS-84 para obtener una referencia precisa del terreno donde se ubicarán componentes de nuestra planta de tratamiento.

El resultado obtenido del estudio topográfico fueron lo siguiente:

- ✓ El levantamiento planimétrico fueron 51 puntos en campo (anexo N°1), de los cuales el área para el diseño de la PTAR está comprendida en un polígono donde las coordenadas en los vértices son:

**Tabla 16**

*Coordenada del área de la PTAR*

PUNTOS	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
P1	187185.31	9273998.73
P2	187194.21	9274005.20
P3	187199.21	9273998.32
P4	187220.24	9274013.60
P5	187210.55	9274026.95
P6	187180.61	9274005.20

*Nota:* Puntos topográficos de los vértices del área del terreno donde se proyectó la PTAR.

**Creación de la superficie y pendiente para el área de estudio.** - Con los puntos de campo obtenido, se realizó el trabajo en gabinete utilizando la versión estudiantil de AutoCAD Civil 3D 2021 con el fin de realizar la superficie topográfico del terreno. El terreno del proyecto es en su mayor parte plano debido a que su superficie tiene una

pendiente que va del 0,11% al 11,36%. Durante el levantamiento topográfico para la planificación específica de la PTAR de la localidad de Yerbabuena se obtuvo una área de 508.50 m<sup>2</sup>.

### **3.2. Resultado del objetivo específico N°02: Evaluar la demanda poblacional y el caudal de las aguas residuales.**

#### **3.2.1. Población de diseño o futura**

En base a los parámetros obtenidos, se hizo los cálculos necesarios a la población futura o diseño:

##### **Tasa de crecimiento:**

Según los resultados del censo de 2017, el municipio de Yerbabuena experimentó un índice de incremento del 0,73%.

##### **Cálculo de población futura**

$$P_f = P_o * (1 + rt)$$

##### **Donde:**

Población actual (P<sub>o</sub>): 652 hab.

Duración del diseño (t): 20 años

Índice de incremento promedio anual (r)

$$P_f = 652 * (1 + 0.0073 * 20)$$

$$P_f = 747 \text{ habitantes}$$

A partir de 2043, la población de diseño proyectada para ese año comprende 747 personas.

#### **3.2.2. caudal de diseño de las aguas residuales**

Antes del diseño hidráulico, se determinaron tres categorías distintas de flujos, teniendo en cuenta el tamaño de población proyectado para las próximas dos décadas.

##### **Caudal promedio**

$$Q_p = \frac{p_f * dot * C}{86400}$$

Donde:

P<sub>f</sub>: población futura = 747 hab.

Dot: Consumo promedio de agua = 80 l/hab./día

C: factor de retorno = 0.80 (RNE OS.070,2018)

$$Qp = \frac{747 * 80 * 0.8}{86400}$$

$$Qp = 0.553 \text{ lt/seg}$$

### **Caudal máximo horario**

$$Qmh = k * Qp$$

Donde

K: coeficiente de flujo máximo = 2.00

Qp: caudal promedio = 0.553 lt/ seg

$$Qmh = 2.00 * 0.553$$

$$Qmh = 1.107 \text{ lt/seg}$$

### **Caudal de infiltración**

$$Qi = T * L$$

Donde:

T: Tasa de aportación por infiltración = 0.05

L: Extensión completa del sistema de alcantarillado = 4.4 km

$$Qi = 0.05 * 4.4$$

$$Qi = 0.220 \text{ lt/seg}$$

### **Calculo por conexiones**

$$Qe = 0.05 * Qmh$$

$$Qe = 0.05 * 1.107$$

$$Qe = 0.055 \text{ lt/seg}$$

Los caudales calculados para el diseño hidráulicos para la planta de tratamiento de aguas residuales fueron los siguientes resultados:

Caudal máximo horario : 1.382 lt/seg

Caudal promedio : 0.828 lt/seg

Caudal mínimo horario : 0.552 lt/seg

### 3.3. Resultado del objetivo específico N°03: Diagnosticar las aguas residuales

vertidas en el causes naturales, para determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

Yerbabuena tiene un sistema de alcantarillado, las cuales fueron construidas en el año 2010, para el beneficio de la población (Sistema Nacional de Inversión Pública, 2010).

A las muestras se les asignaron los códigos M001, M002 y M003 para puntos de descarga de aguas residuales, lo cuales fueron monitoreados como parte de la investigación para adquirir un diseño satisfactorio (anexo 2).

Los resultados obtenidos de los parámetros de aguas residuales en los ensayos realizados en el Laboratorio de Investigaciones de Suelos y Aguas de la UNTRM, se obtuvieron los siguientes datos, presentados a continuación:

**Tabla 17**

*Parámetros de las características de las aguas residuales de la muestra M001*

PARÁMETROS	UNIDAD	LIMITE	RESULTADO
Sólidos totales en suspensión (SST)	mg/l	150	30.06
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	mg/l	100	15.20
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	200	29.08
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10000	986000
Aceite y grasas	mg/l	< 20	4.30
pH	Und pH	6.5 – 8.5	7.85
Temperatura	°C	< 35	17.6

*Nota:* Características de las aguas residuales de la localidad de Yerbabuena.

Se trata de aguas con bajos valores contaminantes, según los resultados del monitoreo (M001). El agua residual en la mayoría de los parámetros se encuentra por debajo de los límites máximo permisible del DS 003-2010 MINAN, salvo con el de coliformes termotolerantes que superan. Con el resultado del monitoreo y conociendo la ocupación

principal de la población que es la agricultura, nos lleva a la conclusión de que la PTAR no requiere complejidad adicional debido a la naturaleza de las aguas residuales.

**Tabla 18**

*Parámetros de las propiedades de las aguas residuales de la M002*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LIMITE</b>	<b>RESULTADO</b>
SST	mg/l	150	91.58
DBO	mg/l	100	90.64
DQO	mg/l	200	29.08
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10000	1000000
Aceite y grasas	mg/l	< 20	4.10
pH	Und pH	6.5 – 8.5	6.94
Temperatura	°C	< 35	17.5

*Nota:* características de aguas residuales de la localidad de Yerbabuena.

Se trata de aguas con bajos valores contaminantes, según los resultados del monitoreo (M002). El agua residual en la mayoría de los parámetros se encuentra por debajo de los límites máximo permisible del DS 003-2010 MINAN, salvo con el de coliformes termotolerantes que superan. Con el resultado del monitoreo y conociendo la ocupación principal de la población que es la agricultura, nos lleva a la conclusión de que la PTAR no requiere complejidad adicional debido a la naturaleza de las aguas residuales.

**Tabla 19**

*Parámetros de las características de las aguas residuales de la muestra M003*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LIMITE</b>	<b>RESULTADO</b>
SST	mg/l	150	40.63
DBO	mg/l	100	94.70
DQO	mg/l	200	8.20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10000	1600000
Aceite y grasas	mg/l	< 20	4.70
pH	Und pH	6.5 – 8.5	7.37
Temperatura	°C	< 35	16.00

*Nota:* Características de aguas residuales de la localidad de Yerbabuena.

Se trata de aguas con bajos valores contaminantes, según los resultados del monitoreo (M003). El agua residual en la mayoría de los parámetros se encuentra por debajo de los límites máximo permisible del DS 003-2010 MINAN, salvo con el de coliformes termotolerantes que superan. Con el resultado del monitoreo y conociendo la ocupación principal de la población que es la agricultura, nos lleva a la conclusión de que la PTAR no requiere complejidad adicional debido a la naturaleza de las aguas residuales.

### **3.4. Resultado del objetivo específico N°04: Diseñar una planta para el tratamiento de las aguas residuales utilizando en el tratamiento primario el tanque Imhoff.**

Con los parámetros ya calculados tanto el caudal de diseño y características de aguas residuales conlleva realizar el diseño de PTAR seleccionado.

#### **3.4.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR**

##### **3.4.1.1. Cámara de rejillas**

El diseño hidráulico de cámara de rejillas se realizó considerando parámetros de diseño (ver anexo 3)

##### **Datos:**

**Q<sub>mh</sub>:** Flujo máximo por hora = 1.382 l/s

**V<sub>r</sub>:** Velocidad dentro de las barras = 0.70 m/s

**a:** Espacio entre las barras = 1.00 pulg

**e:** Grosor de las barras = 1/4 pulg

Área útil de las rejillas

$$A_u = \frac{1.382}{0.70 * 1000}$$

$$A_u = 0.002 \text{ m}^2$$

Eficiencia

$$E = \frac{1}{(1 + 1/4)}$$

$$E = 0.8 = 80\%$$

Sección transversal de la criba

$$A_c = \frac{0.002}{0.8}$$

$$A_c = 0.0025 \text{ m}^2$$

Es así se encontró que la sección transversal de la criba tiene un valor de 0.0025 m<sup>2</sup>.

Numero de barras de la criba

$$N = \frac{\frac{0.3}{0.0254} - 1}{\frac{1}{4} + 1}$$

$$N = 9.00 \text{ und}$$

Material cribado

$$M_{tc} = Q_{mh} * M_c * 86400$$

Donde:

M<sub>c</sub>: material cribado litros por metros cúbicos (25 mm) = 0.023 l/m<sup>3</sup> (RNE OS.090, 2018)

$$M_{tc} = 0.001382 * 0.023 * 86400$$

$$M_{tc} = 2.75 \text{ l/día}$$

La cantidad total de material cribado que se calculo es de aproximadamente 2.75 litros de desechos sólidos.

### 3.4.1.2. Desarenador

Área máxima de sección transversal del canal

$$A = \frac{Q_{mh}}{vh}$$

$$A = \frac{0.001382}{0.3}$$

$$A = 0.005 \text{ m}^2$$

Ancho y tirante máximo del desarenador

$$B = \sqrt{\frac{A}{1.5}}$$

$$B = \sqrt{\frac{0.005}{1.5}}$$

$$B = 0.06 \text{ m}$$

Asumido a criterio B = 0.30 m

Tirante máximo de desagüe del canal

$$H = 1.5 * B$$

$$H = 1.5 * 0.06$$

$$H = 0.083 \text{ m}$$

Altura del desarenador = 0.15 m

Longitud teórica del desarenador

$$Tr = \frac{H}{Vs}$$

$$L = Tr * Vh$$

Donde:

Vs: Velocidad de sedimentación = 0.021 m/s (CEPIS)

Tr: Tiempo de retención

Vh: Velocidad horizontal = 0.30 m/s

$$Tr = \frac{0.0083}{0.021}$$

$$Tr = 3.96 \text{ seg}$$

$$L = 3.96 * 0.30$$

$$L = 1.19 \text{ m}$$

Longitud final (25 % adicional RNE OS.090)

$$Lf = 25\% * L$$

$$Lf = 0.25 * 1.19$$

$$Lf = 1.50 \text{ m}$$

Radio hidráulico horizontal

$$Rh = \frac{Ac}{2y + B}$$

$$Rh = \frac{0.005}{2 * 0.083 + 0.06}$$

$$Rh = 0.02 \text{ m}$$

Pendiente del canal del desarenador

$$S = \left( \frac{Vh * n}{Rh^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S = \left( \frac{0.30 * 0.013}{0.02^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S = 0.27 \% \cong 2.70\text{‰}$$

Longitud de la zona de transición

$$Ls = \frac{Bt - B}{Tan \theta}$$

Donde:

Bt: Ancho total de desarenador = 0.75 m

B: Amplitud del conducto de ingreso = 0.3 m

$\theta$ : Ángulo de inclinación = 12.50°

$$Ls = \frac{0.75 - 0.30}{\tan(12.50^\circ)}$$

$$ls = 1.00 \text{ m}$$

### 3.4.2. TRATAMIENTO PRIMARIO (TANQUE IMHOFF)

Fueron los factores de diseño, utilizados con el fin de realizar el diseño hidráulico del tanque Imhoff. (ver anexo 3)

#### 3.4.2.1. Cámara de sedimentación

Caudal de diseño

$$Qp = 2.98 \text{ m}^3/\text{h}$$

Superficie del sedimentador

$$As = \frac{Qp}{Cs}$$

Cs: Carga de superficie = 1.00 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>xhora) (RNE OS.090)

$$As = \frac{2.98}{1.00}$$

$$As = 2.98 \text{ m}^2$$

Volumen del sedimentador

$$Vs = Qp * R$$

R: Periodo de retención hidráulica = 2.00 hrs (RNE OS.090)

$$Vs = 2.98 * 2.00$$

$$Vs = 5.96 \text{ m}^3$$

Longitud mínima del vertedero de salida

$$Lv = \frac{Qmax}{Chv}$$

Donde:

Qmax: Caudal máximo diario = 85.88 m<sup>3</sup>/día

Chv: Carga hidráulico sobre el vertedero = 250 m<sup>3</sup>/m\*día

$$Lv = \frac{85.88}{250}$$

$$L_v = 0.30 \text{ m}$$

### 3.4.2.2. Cámara de Digestión

Volumen de digestión de almacenamiento

$$V_d = \frac{70 * P * f_{cr}}{1000}$$

Donde:

P: Número de habitantes = 747

f<sub>cr</sub>: Coeficiente de capacidad relativa para 16°C = 0.92

$$V_d = \frac{70 * 747 * 0.92}{1000}$$

$$V_d = 48.11 \text{ m}^3$$

### 3.4.2.3 Lecho de secado

Carga de solidos que ingresa al sedimentador

$$C = Q * SS * 0.0864$$

Donde:

Q: Caudal promedio de las aguas residuales = 0.828 l/s

SS: Solido en suspensión en el agua residual cruda = 91.58 mg/l

$$C = 0.828 * 91.58 * 0.0864$$

$$C = 6.55 \text{ kg de SS/día}$$

Masa de solidos que conforman los lodos

$$M_{sd} = 0.5 * 0.7 * 0.5 * C + 0.5 * 0.3 * C$$

$$M_{sd} = 0.5 * 0.7 * 0.5 * 6.55 + 0.5 * 0.3 * 6.55$$

$$M_{sd} = 2.13 \text{ kg SS/día}$$

Volumen diario de lodos digeridos

$$V_{ld} = \frac{M_{sd}}{\rho_{lodo} * \left( \frac{\% \text{ de solido}}{100} \right)}$$

Donde:

M<sub>sd</sub>: Masa de solidos = 2.13 kg/día

ρ<sub>lodo</sub>: Densidad de los lodos = 1.04 kg/l

% de solido: Porcentaje de solidos contenidos en el lodo = 8%

$$V_{ld} = \frac{2.13}{1.04 * \left( \frac{8}{100} \right)}$$

$$Vld = 25.60 \text{ l/día}$$

Volumen de lodo a extraer del tanque

$$Vel = \frac{vld * Td}{1000}$$

Donde:

Vld: Volumen diario de lodos digeridos = 25.60 l/día

Td: Tiempo de digestión = 55 días

$$Vel = \frac{25.60 * 55}{1000}$$

$$Vel = 1.41 \text{ m}^3$$

Superficie del lecho de secado

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

Donde:

Vel: Volumen de lodo a extraer 1.41 m<sup>3</sup>

Ha: Profundidad de aplicación = 0.30 m

$$Als = \frac{1.41}{0.30}$$

$$Als = 5.00 \text{ m}^2$$

### **3.4.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO**

#### **3.4.3.1. Filtro biológico**

El diseño hidráulico del filtro biológica se realizó teniendo en cuenta los parámetros de diseño. (anexo 3)

DBO<sub>5</sub> remanente (producción per cápita de aguas residuales)

$$S_0 = (1 - E_p) \times S_t$$

Donde:

E<sub>p</sub>: Eficacia de eliminación de la DBO en el proceso de tratamiento inicial. = 30 %

S<sub>t</sub>: DBO<sub>5</sub> del afluente = 94.70 mg/l

$$S_0 = (1 - 0.3) * 94.70$$

$$S_0 = 66.29 \text{ mg DBO/l}$$

Carga de DBO

$$Wg = \frac{S_0 \times Q_p}{1000}$$

Donde:

$S_0$ : DBO<sub>5</sub> remanente = 66.29 mg DBO/l

$Q_p$ : Caudal promedio de diseño = 71.54 m<sup>3</sup>/día

$$Wg = \frac{66.29 \times 71.54}{1000}$$

$Wg$  = 4.74 kg DBO/día

Volumen del filtro biológico o percolador

$$V = \frac{Wg}{F} \times \left( \frac{0.4425 \times E}{1 - E} \right)^2$$

Donde:

$Wg$ : Carga de DBO = 4.74 Kg DBO/día

$F$ : Coeficiente de recirculación = 1.00

$E$ : Eficiencia RNE OS.090 (50 – 90%) = 85 %

$$V = \frac{4.74}{1} \times \left( \frac{0.4425 \times 0.85}{1 - 0.85} \right)^2$$

$V$  = 29.82 m<sup>3</sup>

Área del filtro biológico o medio filtrante

$$A = \frac{V}{H}$$

Donde:

$V$ : volumen del filtro biológico = 29.82 m<sup>3</sup>

$H$ : altura del medio filtrante, RNE OS.090 ítem 5.5.4.3 (1.50-3.00) = 2.40 m

$$A = \frac{29.82}{2.40}$$

$A$  = 12.42 m<sup>2</sup>

Tasa de aplicación superficial

$$Tas = \frac{Q_p}{A}$$

Donde:

$Q_p$ : caudal promedio de diseño = 71.54 m<sup>3</sup>/días

$A$ : Área del filtro biológico = 12.42 m<sup>2</sup>

$$Tas = \frac{71.54}{12.42}$$

$Tas$  = 5.76 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xdía

Carga orgánica

$$Co = \frac{Wg}{V}$$

Donde:

Wg: carga de DBO = 4.74 Kg DBO/día

V: volumen del filtro biológico = 29.82

$$Co = \frac{4.74}{29.82}$$

Co = 0.16 kg DBO/(m<sup>3</sup> x día)

### 3.4.4. TRATAMIENTO TERCIARIO

#### 3.4.4.1. Cámara de contacto de cloro

Coloro requerido

$$CLr = 0.0864 \times Qp \times Cl$$

Donde:

Qp: Caudal promedio de diseño = 0.828 l/s

Cl: Dosis de cloro requerido según Metcalf & Eddy (2 – 8 mg/l) = 4 mg/l

$$CLr = 0.0864 \times 0.828 \times 4$$

CLr = 0.285 kg/día

Cantidad de cloro en el efluente

$$Ct = \frac{\left(\frac{Ce}{Cf}\right)^{\left(-\frac{1}{3}\right)} - 1}{0.23 * TRH}$$

Donde:

Cf: Coliformes de afluente = 1600000 NMP/100 ml

E: Eficiencia de la cámara de contacto de cloro = 99.90 %

Ce: Coliformes del efluente = 1600 NMP/100 ml

TRH: Tiempo de retención hidráulico = 30 min según RNE OS.090 (2018)

$$Ct = \frac{\left(\frac{1600}{1600000}\right)^{\left(-\frac{1}{3}\right)} - 1}{0.23 * 30}$$

Ct = 1.30 mg/l

Volumen de la cámara de contacto de cloro

$$Vc = 0.06 \times Qp \times TRH$$

Donde:

Qp: Caudal promedio de diseño = 0.828 l/s

TRH: Tiempo de retención hidráulico = 30 min RNE OS.090 (2018)

$$V_c = 0.06 * 0.828 * 30$$

$$V_c = 1.49 \text{ m}^3$$

### 3.5. Evaluación técnica y económica del sistema del tratamiento de las aguas

#### Residuales diseñada

#### 3.5.1. Evaluación técnica de la PTAR

Para dicho cálculo se tomó en cuenta las características de las aguas residuales de Yerbabuena y teniendo en cuenta las eficiencias que nos proporciona la norma peruana del RNE OS.090 (2018), de cada uno de los componentes que conforma la PTAR que se diseñó.

A continuación, se muestran la salida del efluente final de dicho sistema que se diseñó en nuestra investigación:

#### Tabla 20

*Características del agua residual a la salida de PTAR propuesta para la localidad de Yerbabuena*

MUESTRA FINAL DEL AGUA RESIDUAL DE LA LOCALIDAD DE YERBABUENA	
PARÁMETROS	RESULTADOS
Demanda biológica de oxígeno	9.94 mg/l
Coliformes Termotolerantes.	576 NMP/100 ml

Como se observa en la tabla 20, luego evaluarse parámetros de DBO y Coliformes Termotolerantes, lo cual obtuvo como resultado 9.94 mg/ l de DBO y 576 NMP/100 ml de coliformes Termotolerantes. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se define que el efluente final sería reutilizable ya que estos están por debajo de los parámetros del DS-004-2017 MINAN, (ECA) de la categoría 3 (Bebidas de animales y Riego de vegetales).

#### 3.5.1. Evaluación económica del PTAR

Para realizar dicha evaluación económica sobre nuestro sistema propuesto, creamos un presupuesto que estima el costo del tratamiento de las aguas residuales de Yerbabuena. Esta estimación está basada en datos referenciado como rendimientos, aportes unitarios

de materiales de la revista CAPECO y de otras investigaciones previas sobre el tema. De igual forma, el jornal básico de los trabajadores se determinó en base a la tabla de salario proporcionado por federación de trabajadores en construcción civil del período 2022 – 2023. La estimación del costo del sistema propuesto para el tratamiento de las aguas residuales a nivel de costo directo es de S/ 306.874,69, evidenciado en el cuadro 21.

**Tabla 21**

*Presupuesto de la PTAR propuesto para la localidad de Yerbabuena*

Presupuesto <b>PTAR DE LA LOCALIDAD DE YERBABUENA</b>					
<b>Ítem</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>
<b>01</b>	<b>PTAR</b>				<b>306874.69</b>
<b>01.01</b>	<b>CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR</b>				<b>10371.45</b>
<b>01.01.01</b>	<b>ACTIVIDADES PRELIMINARES</b>				<b>66.33</b>
01.01.01.01	PREPARACIÓN DEL SUELO	m2	8.23	0.57	4.69
01.01.01.02	TRAZADO Y MARCACIÓN INICIAL	m2	8.23	7.49	61.64
<b>01.01.02</b>	<b>EXCAVACIÓN Y MOVIMIENTO DE SUELO</b>				<b>498.14</b>
01.01.02.01	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO ESTÁNDAR	<b>m3</b>	4.92	71.23	350.45
01.01.02.02	AJUSTE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN EN TONELADAS EN TN P/CR	m2	4.28	8.32	35.61
01.01.02.03	REMOCIÓN DE MATERIAL SOBRENTE CON MAQUINARIA	m3	4.92	22.78	112.08
<b>01.01.03</b>	<b>ESTRUCTURAS DE CONCRETO BÁSICAS</b>				<b>141.84</b>
01.01.03.01	CONCRETO F'C=100 KG/CM2.PARA SOLADOS E=4"	m2	4.28	33.14	141.84
<b>01.01.04</b>	<b>ESTRUCTURAS REFORZADAS CON CONCRETO</b>				<b>5349.74</b>
01.01.04.01	CONCRETO IMPERMEABILIZADO F'C 210 KG/CM2 UTILIZADO PARA LOSAS DE FONDO Y MUROS	m3	2.83	552.97	1564.91
01.01.04.02	ACERO PARA REFUERZO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2	kg	248.11	8.17	2027.06
01.01.04.03	COLOCACIÓN Y RETIRADA ESTÁNDAR DE ENCOFRADO	m2	23.68	74.23	1757.77
<b>01.01.05</b>	<b>RECUBRIMIENTOS LISOS Y DECORATIVOS</b>				<b>590.38</b>
01.01.05.01	APLICACIÓN DE REVESTIMIENTO IMPERMEABILIZANTE EN PAREDES Y LOSAS DENTRO DE EDIFICACIONES E=1.5CM	m2	10.55	55.96	590.38
<b>01.01.06</b>	<b>CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA</b>				<b>2516.82</b>
01.01.06.01	REJILLA DE FIERRO PLATINA 1 1/2"X1/4" @ LISO 1"	m	9.9	55.23	546.78
01.01.06.02	COMPUERTA METALICA DE 0.30x 0.25x3/16"	und	4	492.51	1970.04
<b>01.01.07</b>	<b>TUBERIAS DE CÁMARA DE REJAS</b>				<b>1208.20</b>
04.01.07.01	TUBERÍAS DE CÁMARA DE REJAS	glb	1	1208.20	1208.20
<b>01.02</b>	<b>TANQUE IMHOFF</b>				<b>112416.9</b>
<b>01.02.01</b>	<b>ACTIVIDADES INICIALES</b>				<b>92.93</b>
01.02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	38.4	0.57	21.89
01.02.01.02	TRAZADO Y RECONSIDERACIÓN	m2	38.4	1.85	71.04
<b>01.02.02</b>	<b>DESPLAZAMIENTO DE SUELO</b>				<b>9776.41</b>
01.02.02.01	REMOCIÓN DE TIERRA PARA TANQUE IMHOFF CON MAQUINARIA, EN T-NORMAL	m3	201.6	12.54	2528.06
01.02.02.03	AJUSTE, NIVELACIÓN Y DENSIFICACIÓN DEL SUELO SUBYACENTE	m2	39.9	10.12	403.79
01.02.02.04	RELLENADO CON SUSTANCIA LOCAL	m3	31.96	47.23	1509.47

Presupuesto **PTAR DE LA LOCALIDAD DE YERBABUENA**

Ítem	DESCRIPCIÓN	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01.02.02.05	REMOCIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE UTILIZANDO MAQUINARIA	m3	217.8	22.78	4961.48
<b>01.02.03</b>	<b>ESTRUCTURAS DE CONCRETO CONVENCIONAL</b>				<b>1322.29</b>
01.02.03.01	CONCRETO F'C=100 KG/CM2.PARA SOLADOS E=4"	m2	39.9	33.14	1322.29
<b>01.02.04</b>	<b>ESTRUCTURAS REFORZADAS CON CONCRETO ARMADO</b>				<b>88705.54</b>
01.02.04.01	CONCRETO IMPERMEABILIZADO F'C 210 KG/CM2 PARA LOSAS DE FONDO Y MUROS	m3	56.13	552.97	31038.21
01.02.04.02	ACERO UTILIZADO PARA FORTALECER ESTRUCTURAS FY=4200 KG/CM2	kg	5056.85	8.17	41314.46
01.02.04.03	COLOCACIÓN Y RETIRADA ESTÁNDAR DE MOLDES PARA CONCRETO	m2	220.3	74.23	16352.87
<b>01.02.05</b>	<b>REVESTIMIENTOS LISOS Y DECORATIVOS CON DETALLES ORNAMENTALES</b>				<b>8353.71</b>
01.02.05.01	APLICACIÓN DE MORTERO IMPERMEABILIZANTE EN MUROS Y LOSAS INTERIORES E=1.5CM	m2	149.28	55.96	8353.71
<b>01.02.06</b>	<b>CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA</b>				<b>2542.82</b>
01.02.06.01	BARANDA TUBULAR FIERRO GALVANIZADO 2" H=0.90 M	m	9	189.91	1709.19
01.02.06.02	ESCALERA DE GATO TUBO FIERRO GALVANIZADO	m	1.5	212.38	318.57
01.02.06.03	SUMINISTRO DE ABRAZADERAS PLATINA GALVANIZADA 1/8"X4"	und	6	49.44	296.64
01.02.06.04	TAPADERA METÁLICA DE 0.60X0.60X1/8"	und	1	218.42	218.42
<b>01.02.07</b>	<b>INSTALACIONES HIDROMECÁNICAS</b>				<b>1623.2</b>
01.02.07.01	PROVISIÓN E MONTAJE DE COMPONENTES DE CONEXIÓN EN FORMA DE TEE PVC DE 8"	und	1	86.21	86.21
01.02.07.02	PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE CODO 45° PVC 200MM	und	1	86.21	86.21
01.02.07.03	SUMINISTRO E INST. VALVULA COMPUERTA F°F° MAZZA 200MM	und	1	479.03	479.03
01.02.07.04	SUMINISTRO E INST. DE UNION DRESSER F° DO 200MM	und	1	304.96	304.96
01.02.07.05	SUM. E INSTAL. TUB. PVC 200MM ISO- S25, P/D	m	8.1	82.32	666.79
<b>01.03</b>	<b>LECHOS DE SECADOS</b>				<b>43087.85</b>
<b>01.03.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMIMARES</b>				<b>70.57</b>
01.03.01.01	PREPARACIÓN DEL SITIO	m2	29.16	0.57	16.62
01.03.01.02	TRAZADO Y RECONSIDERACIÓN	m2	29.16	1.85	53.95
<b>01.03.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>4178.23</b>
01.03.02.01	EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN DE SECADOS CON MAQUINARIA, EN T-NORMAL	m3	84.37	12.54	1058
01.03.02.02	EXCAVACION MANUAL PARA LECHO DE SECA, EN T-NORMAL	m3	4.24	71.23	302.02
01.03.02.03	AJUSTE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL SUELO BASE	m2	29.16	10.12	295.1
01.03.02.04	REMOCIÓN DE EXCESO DE MATERIAL C/EQUIPO	m3	110.76	22.78	2523.11
<b>01.03.03</b>	<b>TRABAJOS DE HORMIGÓN BÁSICO</b>				<b>1061.81</b>
01.03.03.01	CONCRETO F'C=100 KG/CM2.PARA SOLADOS E=4"	m2	32.04	33.14	1061.81
<b>01.03.04</b>	<b>PROYECTOS DE ESTRUCTURAS REFORZADAS CON HORMIGÓN</b>				<b>22252.58</b>

Presupuesto **PTAR DE LA LOCALIDAD DE YERBABUENA**

Ítem	DESCRIPCIÓN	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01.03.04.01	"CONCRETO IMPERMEABILIZADO F'C = 175 KG/CM2 PARA SALPICADEROS"	m3	0.14	512.32	71.72
01.03.04.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	4.56	8.17	37.26
01.03.04.03	ENCOFRADO Y RETIRADA DE LOS MOLDES DE HORMIGÓN PARA SALPICADEROS	m2	1.28	103.98	133.09
01.03.04.04	CONCRETO IMPERMEABILIZADO F'C 210 KG/CM2 PARA LOSAS DE FONDO Y MUROS	m3	10.46	552.97	5784.07
01.03.04.05	PREPARACIÓN Y RETIRADA DE LOS MOLDES PARA MUROS REFORZADOS Y LOSAS"	m2	80.59	95.06	7660.89
01.03.04.06	MATERIAL METÁLICO EMPLEADO PARA FORTIFICAR ESTRUCTURAS DE CONCRETO FY=4200 KG/CM2.	kg	654.06	8.17	5343.67
01.03.04.07	"CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA COLUMNAS"	m3	0.76	552.97	420.26
01.03.04.08	PREPARACIÓN Y RETIRADA DE MOLDES PARA LA CREACIÓN DE COLUMNAS	m2	15.2	95.06	1444.91
01.03.04.09	ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2	kg	173.05	7.84	1356.71
<b>01.03.05</b>	<b>RECUBRIMIENTOS SUAVIZADOS Y ORNAMENTOS DE MODELADO</b>				<b>4789.06</b>
01.03.05.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE E=1.5	m2	85.58	55.96	4789.06
<b>01.03.06</b>	<b>TRABAJO ARTESANAL CON MADERA</b>				<b>7930.71</b>
01.03.06.01	CORREAS DE MADERA DE 4"X5"	m	25.2	72.42	1824.98
01.03.06.02	CORREAS DE MADERA DE 3"X5"	m	70.4	45.56	3207.42
01.03.06.03	CUMBRERAS CON PLANCHAS DE ACERO	m	6.4	71.72	459.01
01.03.06.04	COBERTURA CON PLANCHAS DE CALAMINA	m	12.8	190.57	2439.3
<b>01.03.07</b>	<b>FILTROS</b>				<b>1109.8</b>
01.03.07.01	FILTROS DE GRAVA DE 1/2"-2"	m3	5	83.45	417.25
01.03.07.02	FILTROS DE GRAVA DE 1/8"-1/4"	m3	2.5	84	210
01.03.07.03	FILTROS DE ARENA	m3	5	96.51	482.55
<b>01.03.08</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>958.55</b>
01.03.08.01	REJILLA METALICA	m	5	191.71	958.55
<b>01.03.09</b>	<b>TUBERIAS Y ACCESORIOS</b>				<b>736.54</b>
01.03.09.01	SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 160MM ISO-S25	m	7.08	46.93	332.26
01.03.09.02	SUMINISTRO Y COLOCACION TEE PVC DE 200MM	und	1	81.64	81.64
01.03.09.03	SUMINISTRO Y COLOC. CODO PVC SAP 160MMX90°	und	4	56.66	226.64
01.03.09.04	SUMINISTRO Y COLOC. REDUCCION PVC SAP 200MMX160°	und	2	48	96
<b>01.04</b>	<b>FILTRO BIOLÓGICO</b>				<b>84057.18</b>
01.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				78.98
01.04.01.01	PREPARACIÓN DEL SUELO	m2	32.64	0.57	18.6
01.04.01.02	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	32.64	1.85	60.38
<b>01.04.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>6269.98</b>
01.04.02.01	EXCAVACION PARA FILTRO BIOLÓGICO CON MAQUINARIA P/T NORMAL	m3	104.76	23.53	2465
01.04.02.02	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO ESTÁNDAR	m3	4.69	71.23	334.07
01.04.02.03	MEJORA, NIVELADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE	m2	28.94	10.12	292.87
01.04.02.04	RELLENO UTILIZANDO MATERIAL DISPONIBLE EN EL LUGAR	m3	3.28	47.23	154.91

Presupuesto **PTAR DE LA LOCALIDAD DE YERBABUENA**

Ítem	DESCRIPCIÓN	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01.04.02.05	REMOCIÓN DE MATERIAL SOBRANTE C/EQUIPO	m3	132.71	22.78	3023.13
<b>01.04.03</b>	<b>ESTRUCTURAS DE CONCRETO CONVENCIONAL</b>				<b>993.87</b>
01.04.03.01	CONCRETO F'C=100 KG/CM2.PARA SOLADOS E=4"	m2	29.99	33.14	993.87
<b>01.04.04</b>	<b>ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON CONCRETO REFORZADO</b>				<b>54497.08</b>
01.04.04.01	CONCRETO IMPERMEABILIZADO F'C = 210 KG/CM2 PARA CANAL, MUROS Y LOSAS DE FONDO	m3	31.89	552.97	17634.21
01.04.04.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	2858.84	8.17	23356.72
01.04.04.03	ENCOFRADO Y RETIRO CONVENCIONAL DEL ENCOFRADO	m2	181.95	74.23	13506.15
<b>01.04.05</b>	<b>APLICACIÓN DE REVESTIMIENTOS LISOS Y DECORATIVOS</b>				<b>7747.72</b>
01.04.05.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE PARA INTERIORES	m2	127.14	60.07	7637.3
01.04.05.02	TARRAJEO PARA EXTERIORES	m2	2.99	36.93	110.42
<b>01.04.06</b>	<b>FILTRO</b>				<b>8381.18</b>
01.04.06.01	GRAVA TAMIZADA 1/8" A 1/4"	m3	12.42	184.04	2285.78
01.04.06.02	GRAVA TAMIZADA 1/2" A 3/4"	m3	10.35	184.04	1904.81
01.04.06.03	GRAVA TAMIZADA 1" A 1 1/2"	m3	6.21	184.04	1142.89
01.04.06.04	GRAVA TAMIZADA EADA 2" A 2 1/2"	m3	16.56	184.04	3047.7
<b>01.04.07</b>	<b>CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA</b>				<b>1834.34</b>
01.04.07.01	ESCALERA METALICA, TIPO GATO	m	2.65	167.38	443.56
01.04.07.02	TAPA METALICA DE INSPECCIÓN	und	2	264.04	528.08
01.04.07.03	REJILLA METALICA	m	4.5	191.71	862.7
<b>01.04.08</b>	<b>VARIOS</b>				<b>3741</b>
01.04.08.01	TUBERIA PVC 160MM PARA CANALETA SECCIONADA	m	34.4	55.33	1903.35
01.04.08.02	VIGUETA DE MADERA PINO 2"X8" CON PRESERVANTE Y BARNIZADO	m	32.2	57.07	1837.65
<b>01.04.09</b>	<b>INSTALACIONES HIDROMECÁNICAS</b>				<b>513.03</b>
01.04.09.01	SUMIN. E INSTAL. DE VALVULA COMPUERTA FOFO MAZZA 8"	und	1	513.03	513.03
<b>01.05</b>	<b>CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO</b>				<b>7383.69</b>
<b>01.06</b>	<b>CERCO PERIMÉTRICO</b>				<b>49557.62</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>306874.69</b>
<b>SON: TRESCIENTOS SEIS MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO Y 69/100 SOLES</b>					

#### IV. DISCUSIÓN

Para nuestra investigación, que conlleva proponer un diseño sobre una PTAR, se realizó el estudio topográfico, obtenido así las pendientes que va de 0.11% a 11.36% , una área para la PTAR de 508.50 m<sup>2</sup> y la faja marginal del río es de 101.71 m, a partir de esto se determinó una área apropiada para nuestro diseño del sistema propuesta de nuestra investigación, misma que se identifica con la investigación “Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en el Barrio el Milagro Huaraz-Ancash 2018” (Hidalgo, 2018) donde menciona para realizar su proyecto de diseño de su PTAR, tuvo que realizar un estudio topográfico obtenido así las pendientes que va entre 3% a 5% respecto desde el último buzón hasta el terreno donde propuso realizar el sistema de tratamiento, así mismo establece, para realizar este tipo de proyecto se requiere un terreno apropiado y tener en cuenta la norma (OS.090, 2018), sobre la distancia entre la PTAR propuesto y las viviendas de los habitantes.

Respecto a los cálculos hallados, realizada sobre una proyección poblacional de 20 años, esto indica que se contara con 747 habitantes, lo cual nos permitió obtener un caudal de diseño de 71.54 m<sup>3</sup>/día, parámetro que nos permito realizar el diseño de dicha propuesta, lo cual guarda una relación con la tesis: “Diseño y planteamiento de una planta de tratamiento de las aguas residuales ubicada al noreste del pueblo de Coporaque-Caylloma usando Murmunta (*nostoc commune*) como tratamiento secundario” (Chirinos & Huanca, 2020), en la cual menciona, uno de los parámetros de diseño para su investigación, es el caudal generado por la población, obteniendo como resultado un caudal de 263.146 m<sup>3</sup>/día para población de 1885 para un periodo de 20 años.

Respecto a la investigación se realizó el muestreo y análisis para las características de aguas residuales domesticas de la localidad de Yerbabuena, siendo tomado en 3 puntos de descarga, obteniéndose como resultado en la M001 una concentración de 30.06 mg/l de SST, 15.20 mg/l de DBO, 29.08 mg/l de DQO y la cantidad de  $9.86 \times 10^5$  NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, en la muestra M002, una concentración de 91.58 mg/l de SST, 90.64 mg/l de DBO, 29.08 mg/l de DQO y  $1 \times 10^6$  NMP/100ml de coliformes termotolerantes, en la muestra M003, obteniendo una concentración de 40.63 mg/l de SST, 94.70 mg/l de DBO, 8.20 mg/l de DQO y una cantidad de  $1.6 \times 10^6$  NMP/100ml de coliformes termotolerantes, a partir de estos parámetros de las aguas residuales se realizó dicha selección del sistema de tratamiento ideal, en la que finalmente se diseñó las

unidades que conforman la PTAR, lo cual coincide con las tesis: “Comparativo técnico - económico entre sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, bajo lagunas de estabilización y tanque Imhoff de la Asosación Centro Progreso San Juan de Ihuanco, distrito de Cerro Azul, provincia Cañete, 2020” (Angulo & Martinez, 2020). En el cual se encontró las características de las aguas residuales de la zona de estudio para poder elegir un método de tratamiento diferente y realizar el diseño de la PTAR para el beneficio de la población o comunidad.

En el estudio conllevó establecer un diseño hidráulico de PTAR para la localidad de Yerbabuena, que estará conformado por los componentes tales como: para el tratamiento primario Tanque Imhoff, filtro biológico como tratamiento secundario y para el tratamiento terciario la cámara de contacto de cloro, debido a su simplicidad operacional, y a su bajo costo en su ejecución y operación y mantenimiento, misma que se identifica con la investigación: “Comparación del tratamiento primario de aguas residuales entre el tanque Baffled y el tanque Imhoff” (Arroyo, 2021), concluye que para el tratamiento primario el tanque Imhoff es más recomendable en zonas rurales para una población menor a 5000 habitantes, porque es bueno para eliminar la cantidad de contaminantes en las aguas residuales domésticas y porque es fácil de usar y mantener.

(Vela, 2018), en su estudio “Eficiencia de un tanque IMHOFF-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba” demuestra sobre la eficacia de eliminación de sólidos suspendidos totales y DBO5 en el tanque Imhoff-HA. Más no menciona una evaluación económica del sistema, a diferencia de nuestra investigación, que examinó la evaluación técnico-económica del sistema de tratamiento. La efectividad del sistema propuesto con el fin de eliminar contaminantes de aguas residuales del pueblo de Yerbabuena es muy ventajosa al realizar una evaluación técnica de la PTAR. Concluyendo así, los parámetros finales del efluente cumplen con los requisitos establecidos en la norma DS-004-2017-MINAN en categoría 3, permitiendo su reutilización para alimentación animal o riego. Con base en la evaluación económica del diseño propuesto, tiene un monto de costo directo de 306,874.69 soles, se puede concluir que la PTAR propuesta sería rentable en beneficio de toda la población de Yerbabuena.

## V. CONCLUSIONES

- Sobre la zona de estudio presenta una superficie topográficamente con una pendiente que esta entre 0.11% a 11.36 %, con un área de 508.50 m<sup>2</sup>, definiendo como un terreno plano en su gran mayoría y con una faja marginal de 101.71 m respecto al río.
- La proyección poblacional según el índice de aumento demográfico de 0.73% en 20 años se pronosticó 747 ciudadanos, lo que conlleva a la producción de un caudal de 71.54 m<sup>3</sup>/día.
- Las características presentes en las aguas residuales de las tres muestras recolectadas en la localidad de Yerbabuena se encontraron que cumplen con la mayoría de los parámetros establecidas en el DS-003-2010-MINAM, sin haber realizado un tratamiento, con excepción de los coliformes termotolerantes. Esto se debe al hecho de que la agricultura es la industria principal de la población, lo que resulta en niveles relativamente bajos de contaminación de aguas residuales en comparación con otras poblaciones. Como consecuencia, se puede deducir que el sistema de depuración no necesita de tecnologías complejas.
- Se estableció una PTAR en el pueblo de Yerbabuena que consta de un tanque Imhoff para el proceso inicial de tratamiento, seguido de un filtro biológico para tratamiento secundario, junto con una cámara de contacto de cloración para el tratamiento terciario. Estos componentes fueron elegidos por su simplicidad operativa, estableciendo así una PTAR autosostenible a largo plazo.
- La evaluación técnica, económica del sistema propuesta se obtuvo favorable, ya en la parte técnica la PTAR es eficiente con respecto a características de aguas residuales de Yerbabuena, con una remoción del 89.5% de DBO Y 99.9% de coliformes termotolerantes, resultando un efluente de salida de 9.94 mg/l de DBO y 576 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, comparando con los parámetros que establece el DS-004-2017 MINAN en la categoría 3, el efluente final cumple para que sea reutilizable, ya sea para regadío o bebidas de animales. En parte económica el presupuesto de la PTAR propuesto a nivel de costo directo tendrá valor de 306,874.69 soles, ya que este proyecto tiene la finalidad de cerrar una necesidad que presenta los habitantes, asegurando así un sistema de tratamiento económicamente sostenible para beneficio de toda la población de la localidad de Yerbabuena.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguay, A. (2016). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, con el sistema de tratamiento IMHOFF de aguas residuales para la Parroquia San Luis de Pambil, cantón Guaranga, provincia Bolívar*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional-Universidad Técnica de Ambato.
- Angulo, M., & Martinez, A. (2020). *Comparativo tecnico-economico entre sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas, bajo lagunas de estabilizacion y tanque Imhoff de la Asosación Centro Progreso San Juan de Ihuanco, distrito de Cerro Azul, provincia Cañete, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional-Universidad Privada del Norte.
- Arroyo, Y. (2021). *Comparación del tratamiento primario de aguas residuales entre el tanque Baffled y el tanque Imhoff*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio Institucional - Universidad Peruana los Andes.
- BELZONA INC. (2010). *Tratamiento de aguas residuales*. Miami.
- Borja, M. (2016). *Metodología de la investigación Científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Casanova, J., & Huamani, k. (2014). *Diseño de una planta de tratamiento para los efluentes liquidos domesticos del distrito de Chancay*. [Tesis de pregrado, Univesidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional Univercidad Nacional del Callao.
- Chirinos, B., & Huanca, R. (2020). *Diseño y planteamiento de una planta de tratamiento de las aguas residuales ubicada al noreste del pueblo de Coporaque-Caylloma usando Murmunta (nostoc commune) como tratamiento secundario*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- Delgado, R. (2021). *Estudio comparativo entre tanque Imhoff y laguna de estabilización para reuso del agua en riego* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio Institucional Universidad Peruana los Andes, Huancayo.
- Delgado, S., & Eyzaguirre, P. (2015). *Ccoliformes totales y termotolerantes como contaminantes de agua de rio*. Obtenido de Slideshare:

<https://es.slideshare.net/paolaeyzaguirreliendo/coliformes-totales-y-termotolerantes-como-contaminantes-de-agua-de-ro>

- Espín, T. (2016). *Estudio y diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales utilizando un tanque IMHOFF en la comunidad Chocaló – San Francisco del Cantón Santiago de Quero, provincia de Tungurahua*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional Universidad Técnica de Ambato.
- Gamarra, G., & Rengifo, M. (2018). *Estudio de un acuífero y la calidad de agua potable en el centro poblado Nuevo Milagro - Km 21,2 Carretera Iquitos - Nauta 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional, Maynas.
- Hidalgo, C. (2018). *Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en el Barrio el Milagro Huaraz-Ancash 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional - Universidad Cesar Vallejo, Huaraz-Perú.
- INEI. (2017). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Lima - Perú.
- Mayarí, R., & Gutiérrez, J. (2005). *Validación de La Determinación de Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno en Aguas y Aguas residuales*. Ciencias Químicas, 36(Especial), 1-9.
- Menchaca, S., & Losada, M. (2017). *Tratamiento de aguas residuales domésticas por métodos naturales: una propuesta para las zonas rurales*. Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz(3), 14-22.
- Meoño, J., Taranco, C., & Morales, Y. (2015). *Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú*. Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, 2(2), 09-25.
- Organización Panamericana de Salud. (2005). *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Lima.
- Organización Panamericana de Salud. (2005). *guía para el diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Laguna de Estabilización*. Lima.
- Organización Panamericana de Salud. (2005). *Guías para el diseño de tecnología de alcantarillado*. Lima.

- Osorio, M. C., Negrete, J., Loor, X., & Riera, E. (Marzo de 2021). *La calidad de las aguas residuales domésticas*. Ciencias Naturales, 6(3), 228-245.
- Raffo, E., & Ruíz, E. (2014). *Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno*. Industria Data, 17(1), 71-80.
- Reglamento Nacional de Edificaciones . (2018). *NOrma OS.070 [Redes de aguas residuales]*. Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA. Lima, Perú: Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018). *Norma OS.090 [Planta de tratamiento de aguas residuales]*. Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA. Lima, Perú: Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento.
- Rudiger, A. (1975). Determinación del PH en diversas especies de los renovales de la Provincia de Valdivia. *Bosque*, 1(1), 3-5.
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2016). *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ambito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento*. Lima.
- Torres, G., & Lozano, E. (2017). *Disminución de sólidos de aguas grises mediante un proceso de aireación*. Ra Ximhai, 13(3), 303-404.
- Vela, I. (2018). *Eficiencia de un tanque IMHOFF-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

## ANEXOS

### ANEXO N° 01: DATOS TOPOGRÁFICOS

**Tabla 22**

*Puntos referenciales del levantamiento topográfico*

Puntos	Coordenadas		Cota	Descripción
	Este	Norte		
1	187156.55	9273995.12	1874.85	NM
2	187171.14	9274005.33	1874.55	TN
3	187179.05	9274008.63	1874.38	TN
4	187191.03	9274014.36	1874.40	TN
5	187204.57	9274019.33	1874.39	TN
6	187215.68	9274023.23	1874.33	TN
7	187227.65	9274024.12	1874.38	TN
8	187232.97	9274031.04	1874.35	TN
9	187226.45	9274015.13	1874.38	TN
10	187221.33	9274006.38	1874.36	TN
11	187216.31	9273996.16	1874.37	TN
12	187210.46	9273990.93	1874.45	AR
13	187204.03	9273989.38	1874.47	TN
14	187194.55	9273987.30	1874.44	TN
15	187203.52	9274002.23	1874.30	TN
16	187198.70	9274006.05	1874.35	TN
17	187191.94	9273998.43	1874.29	TN
18	187182.46	9273997.82	1874.34	TN
19	187172.12	9273984.96	1874.62	TN
20	187174.22	9273973.40	1874.75	TN
21	187163.40	9273968.28	1874.67	TN
22	187149.70	9273969.19	1874.68	TN
23	187144.11	9273977.83	1874.74	TN
24	187137.12	9273991.83	1874.98	TN
25	187139.43	9274010.04	1874.83	TN
26	187142.69	9274020.75	1874.77	TN
27	187154.59	9274027.26	1874.83	TN
28	187162.20	9274029.53	1874.88	TN
29	187164.69	9274020.76	1874.83	TN
30	187149.60	9273995.12	1874.78	M
31	187134.91	9273986.44	1874.91	TN
33	187099.00	9273968.86	1875.23	M
34	187097.54	9273972.44	1875.09	TN
35	187100.33	9273966.08	1875.44	TN
36	187075.13	9273959.49	1876.26	TN
37	187070.68	9273965.33	1876.19	PL
38	187076.60	9273955.98	1875.86	ACS
39	187046.56	9273941.97	1876.42	TN

Puntos	Coordenadas		Cota	Descripción
	Este	Norte		
40	187045.45	9273944.86	1876.42	TN
41	187043.49	9273947.86	1876.42	TN
42	187012.84	9273933.56	1878.65	TN
43	187013.86	9273931.15	1878.88	TN
44	187014.54	9273928.20	1878.74	TN
45	187001.16	9273920.94	1879.73	TN
46	186997.98	9273926.14	1879.97	TN
47	186999.68	9273923.39	1879.88	TN
48	187112.79	9274000.63	1875.01	TN
49	187100.89	9274032.03	1875.27	RI
50	187122.60	9274046.68	1875.45	TN
51	187151.62	9274043.38	1874.94	TN

*Nota:* Datos tomados en campo

# ANEXO N° 02: INFORME DE LABORATORIO

## Figura 5

### Informe de parámetros de las aguas residuales (M001)

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22	
		INFORME DE ENSAYO		Página: 01
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-041		
<b>DATOS GENERALES</b>				
NOMBRE COMPLETO O RAZÓN SOCIAL TELÉFONO E-MAIL DIRECCIÓN PUC/ DNI REFERENCIA PROCEDENCIA PRESENTACIÓN MUESTREADO POR FECHA Y HORA DE COLECCIÓN FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE TIPO DE AGUA ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	LLOVER HUAMAN HUAMAN 951875024 7369514041@untra.edu.pe AA.HH PEDRO CASTRO ALVA 73695140 CHACHAPOYAS YERBA BUENA 02 FRASCO OSCUROS DE 1000 ML 01 FRASCO ESTERILIZADO DE 250ML LLOVER HUAMAN HUAMAN Lunes, 16 de mayo de 2022 12:53:00 p.m. Lunes, 16 de mayo de 2022 04:43:00 p.m. Lunes, 16 de mayo de 2022 10:00:00 a.m. viernes, 27 de mayo de 2022 09:50:57 a.m.	M001 AGUA RESIDUAL MUNICIPAL FQ y MB		
AUTORIZADO POR: Luis Rascon Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  M. Sc. JESUS RASCON BARRIOS RESPONSABLE		
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>				
<b>PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN</b>				
PARAMETROS	MÉTODO	U.D.	R.E.	MUESTRA
pH	Método 4506-B, AFHA, APWA, WEF	pH	0.02	7.85
T (en °C)	Método 2550 B, AFHA, APWA, WEF	°C	-	17.6
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	-	mg/L	-	180.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 C, APHA, APWA, WEF	mg/L	-	30.96
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS LÍQUIDAS PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA</b>				
PARAMETROS	MÉTODO	U.D.	L.D.	MUESTRA
D.B.5 <sub>20</sub>	Método 9143, HACH, Dabson	mg/L de O <sub>2</sub>	<6.01	15.10
D.Q.O.	Método 8100, HACH, Digestión de Reactivo	mg/L de O <sub>2</sub>	<5.7	29.08
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>				
<b>GRUPO COLIFORMES</b>				
PARAMETROS	MÉTODO	U.D.	L.D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 <sup>2</sup>	-	10-5
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C, APHA, APWA, WEF Procedimiento NMP para Coliformes Fecales	NMP/100ml	NMP	986000
R.E. = Incertidumbre (p.p.m.), L.D. = Límite inferior de detección del método, U.D. = Unidad de Medida, MB = Área de Análisis Microbiológico, FQ = Área de Análisis Físicoquímico, EEA = Área de Espectroscopía de Emisión Atómica				
*OBSERVACIONES	EN LA FILERA DEL ALICATORIO DE ACREDITACIÓN TEMPERATURA TOMADA POR EL CLIENTE			
Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Este acreditación demuestra la conformidad técnica con un sistema de gestión y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad. Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras enviadas. Queda permitida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABIRAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o con certificaciones del sistema de calidad de la entidad que lo produce.				
Fecha de Emisión: Nombre: DNI: Fecha y Hora:				
			Firma de Conformidad	
"FIN DEL DOCUMENTO"				

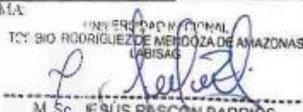
**Figura 6**

*Informe de parámetro de las aguas residuales (M002)*

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22	
		INFORME DE ENSAYO		Página: 01
INFORME DE ENSAYO N° :		LAB22-AA-042		
<b>DATOS GENERALES</b>				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL : TELEFONO : E-MAIL : DIRECCION : RUC / LNI : REFERENCIA : PROCEDENCIA : PRESENTACION : MUESTREADO POR : FECHA Y HORA DE COLECCION : FECHA Y HORA DE RECEPCION : FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS : FECHA Y HORA DE EMISION DEL INFORME DE ENSAYO : CODIGO DE MUESTRA CLIENTE : TIPO DE AGUA : AREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS :	LLOVER HUAMAN HUAMAN 953875024 7369514041@untrm.edu.pe AA.HH PEDRO CASTRO ALVA 73695140 CHACHAPOYAS YERBABUENA 02 FRASCO OSCUROS DE 1000 ML 01 FRASCO ESTERILIZADO DE 250ML LLOVER HUAMAN HUAMAN lunes, 16 de mayo de 2022 02:02:00 p.m. lunes, 16 de mayo de 2022 04:43:00 p.m. lunes, 16 de mayo de 2022 10:00:00 a.m. viernes, 27 de mayo de 2022 10:08:33 a.m.			
AUTORIZADO POR: Jesús Rascon Barricos	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  M. Sc. JESÚS RASCON BARRICOS RESPONSABLE		
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>				
<b>PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACION</b>				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	R.E.	MUESTRA
pH	Método 2530-H y APHA, AWWA, WEF	ph	002	6.94
T (°C)	Método 2550B, APHA, AWWA, WEF	°C	-	17.5
SOLIDOS DISUELTOS	-	mg/L	-	199.2
TOTALES	-	-	-	-
SOLIDOS SUSPENDIDOS	Método 2540 F, APHA, AWWA, WEF	mg/L	-	91.58
TOTALES	-	-	-	-
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA</b>				
<b>PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA</b>				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L.D.	MUESTRA
D.B.O. <sub>5</sub>	Método 5243, HACH, Titrimétrico	mg/L de O <sub>2</sub>	<0.01	90.64
D.Q.O.	Método 1007, HACH, Digestión de Potasio	mg/L de O <sub>2</sub>	0.3	29.08
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>				
<b>GRUPO COLIFORMES</b>				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L.D.	MUESTRA
DILUCION	Método Más Probable	10 <sup>2</sup>	-	10.5
COLIFORMES SECARES	Método 9221-C, APHA, AWWA, WEF Procedimiento de NMP para Aguas Residuales	NMP/50mL	NMP	1000000
R.E. = Escala de Equivalencia de Unidades de Medida; U.D. = Unidades de Medida; M.P. = Área de Análisis Microbiológico; P.C. = Área de Análisis Químico; E.E. = Área de Equivalencia de Unidades de Medida.				
* OBSERVACIONES	ESTABLECIDA LA Acreditación TEMPORAL PARA LA CLIENTE			
El laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO 15189:2013, en el ámbito de la competencia técnica para el análisis de laboratorio de un sistema de gestión de calidad. Las actividades cubiertas corresponden a los métodos que han sido acreditados por el INACAL. DA. Los resultados presentados son válidos únicamente para los métodos citados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa del LABRAG. Los resultados no pueden ser usados como evidencia de conformidad con normas de productos como resultado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.				
Resultado Confirmado: Nombre: DNI: Fecha y Hora:				
				Firma de Conformidad
"FIN DEL DOCUMENTO"				

**Figura 7**

*Informe de parámetros de las aguas residuales (M003)*

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Version: 03 09/05/22	
		INFORME DE ENSAYO		Página: 01
INFORME DE ENSAYO Nº		LAB22-AA-043		
<b>DATOS GENERALES</b>				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	LLOVER HUAMAN HUAMAN			
TELÉFONO	951875024			
E-MAIL	7369514041@untram.edu.pe			
DIRECCIÓN	AA.HH PEDRO CASTRO ALVA			
RUC/DNI	73695140			
REFERENCIA	CHACHAPOYAS			
PROCEDENCIA	YERBABUENA			
PRESENTACIÓN	02 FRASCO OSCUROS DE 1000 ML 01 FRASCO ESTERILIZADO DE 250ML			
MUESTREADO POR	LLOVER HUAMAN HUAMAN			
FECHA Y HORA DE COLECCIÓN	lunes, 16 de mayo de 2022	02:26:00 p.m.		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	lunes, 16 de mayo de 2022	04:43:00 p.m.		
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	lunes, 16 de mayo de 2022	10:00:00 a.m.		
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	viernes, 27 de mayo de 2022	10:09:08 a.m.		
CODIGO DE MUESTRA CLIENTE	M003			
TIPO DE AGUA	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL			
AREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	FQ y MB			
AUTORIZADO POR: Jesús Rascon Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA  M.Sc. JESUS RASCON BARRIOS RESPONSABLE		
<b>RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUÍMICOS PARAMETROS FISICOS Y DE AGREGACION</b>				
PARAMETROS	MÉTODO	U.D.	R.E.	MUESTRA
pH	Método 4-00-10- APHA, AWWA, WEF	pH	002	7.37
Tª del agua	Método 270 B, APHA, AWWA, WEF	°C	-	16
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	-	mg/L	-	319.8
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D, APHA, AWWA, WEF	mg/L	-	40.53
<b>RESULTADOS DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA</b>				
PARAMETROS	MÉTODO	U.D.	L.D.	MUESTRA
D.E.O. <sub>5</sub>	Método 5243, HACH Dilución	mg/L de O <sub>2</sub>	46.71	84.78
D.Q.O.	Método 8000, HACH Digestión de Reactor	mg/L de O <sub>2</sub>	40	8.20
<b>RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO</b>				
PARAMETROS	MÉTODO	U.D.	L.D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	MP	-	10.5
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C, APHA, AWWA, WEF Procedimiento de NMP para Coliformos Fecales	NMP/100mL	MP	1600000
R.E. = Rango de Error; U.D. = Límite mínimo de detección de la metodología; MB = Área de Análisis Microbiológica; FQ = Área de Análisis Físicoquímico; EEA = Área de Ejectores (Área de Limpieza)				
* OBSERVACIONES	FERIA FUERTE, ALCANCE DE ACREDITACIÓN TEMPERATURA TOMADA POR EL CLIENTE			
Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025:2017, acreditación otorgada por el alcance definido y el funcionamiento de su sistema de gestión de calidad. (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL DA. Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra(s) de(s) agua(s). Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa del LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como evidencia de conformidad con normas de producto o como evidencia del sistema de calidad de la entidad que lo produce.				
Fecha Confirma: Nombre: DNI: Fecha Hora:		Firma de Conformidad		
Calle: Prolongación de la Av. C. Coronado 1000 - Chachapoyas - Amazonas - Perú Teléfono: 053 222 222 222 / 053 222 222 222 "FIN DEL DOCUMENTO"				

## ANEXO N° 03: CÁLCULO DE DISEÑO

### TRATAMIENTO PRELIMINAR

#### a) Cámara de rejas

Área útil de las rejas

$$Au = \frac{1.382}{0.70 * 1000}$$

$$Au = 0.002 \text{ m}^2$$

Eficiencia

$$E = \frac{1}{(1 + 1/4)}$$

$$E = 0.8 = 80\%$$

Sección transversal de la criba

$$Ac = \frac{0.002}{0.8}$$

$$Ac = 0.0025 \text{ m}^2$$

Tirante máximo

$$Y_{max} = \frac{0.0025}{0.3}$$

$$Y_{max} = 0.010 \text{ m}$$

Radio hidráulico

$$Rh = \frac{0.0025}{2 * 0.01 + 0.3}$$

$$Rh = 0.008 \text{ m}$$

Pendiente del canal

$$S = \left( \frac{\frac{1.382}{1000} * 0.013}{0.0025 * 0.008^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S = 3.50\%$$

Velocidad en el canal

$$Vc = \frac{1.382}{0.0025 * 1000}$$

$$Vc = 0.56 \text{ m/s}$$

La velocidad en el canal antes de las rejas cumple con la norma del RNE OS.090 que establece que está en el rango de 0.30 m/s a 0.60 m/s.

### Verificación para el caudal mínimo

Radio hidráulico

$$R = \frac{\frac{0.552}{1000} * 0.013}{0.035^{1/2} * 0.3^{8/3}}$$

$$R_h = 0.001 \text{ m}$$

Tirante mínimo

$$Y_{\min} = 0.093 * 0.3$$

$$Y_{\min} = 0.00523 \text{ m}$$

Área mínima

$$A_{\min} = 0.00523 * 0.3$$

$$A_{\min} = 0.00157 \text{ m}^2$$

Velocidad mínima

$$V_{\min} = \frac{0.552}{0.00157 * 1000}$$

$$V_{\min} = 0.35 \text{ m/s}$$

Numero de barras de la criba

$$N = \frac{\frac{0.3}{0.0254} - 1}{\frac{1}{4} + 1}$$

$$N = 9.00 \text{ und}$$

Perdida de cargas en las rejjas (según Metcalf-Eddy)

$$V'r = \frac{Vr}{t}$$
$$Hf = \frac{\frac{V'r^2 - Vr^2}{2g}}{0.70}$$

Donde:

Vr: Velocidad en las barras = 0.70 m/s

t: % de obstrucción de rejjas = 50%

V'r: La velocidad de flujo en las rejjas cuando presentan una obstrucción del 50%

g: Gravedad = 9.81 m/s<sup>2</sup>

$$V'r = \frac{0.70}{0.50}$$

$$V'r = 1.4 \text{ m/s}$$

$$H_f = \frac{1.40^2 - 0.70^2}{\frac{2 * 9.81}{0.70}}$$

$$H_f = 0.11 \text{ m}$$

Altura de las rejillas

$$H = Y_{\max} + BL + H_f$$

$$H = 0.010 + 0.60 + 0.11$$

$$H = 0.70$$

Longitud de la rejilla

$$L = \frac{H}{\text{Sen}\theta}$$

$$L = \frac{0.70}{\text{Sen}(45^\circ)}$$

$$L = 1.00 \text{ m}$$

Proyección horizontal de la rejilla

$$Ph = \frac{H}{\tan\theta}$$

$$Ph = \frac{0.70}{\tan(45^\circ)}$$

$$Ph = 0.70 \text{ m}$$

Longitud de zona de transición

$$L = \frac{B - \phi}{2 * \text{Tan}\varphi}$$

$$L = \frac{0.30 - 0.2}{2 * \text{Tan}(12.50^\circ)}$$

$$L = 0.25 \text{ m}$$

Material cribado

$$M_{tc} = Q_{mh} * M_c * 86400$$

$$M_{tc} = 0.001382 * 0.023 * 86400$$

$$M_{tc} = 2.75 \text{ l/día}$$

Vertedero de salida

$$H_v = \left( \frac{M_c}{1.838 * B} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_v = \left( \frac{0.023}{1.838 * 0.30} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_v = 0.12 \text{ m}$$

**b) Desarenador**

Área máxima de sección transversal del canal

$$A = \frac{Qmh}{vh}$$

$$A = \frac{0.001382}{0.3}$$

$$A = 0.005 \text{ m}^2$$

Ancho y tirante máximo del desarenador

$$B = \sqrt{\frac{A}{1.5}}$$

$$B = \sqrt{\frac{0.005}{1.5}}$$

$$B = 0.06 \text{ m}$$

Asumido a criterio  $B = 0.30 \text{ m}$

El nivel máximo de agua permitido en el canal de desagüe

$$H = 1.5 * B$$

$$H = 1.5 * 0.06$$

$$H = 0.083 \text{ m}$$

Altura del desarenador = 0.15 m

Longitud teórica del desarenador

$$Tr = \frac{H}{Vs}$$

$$L = Tr * Vh$$

Donde:

Vs: La velocidad de sedimentación = 0.021 m/s (CEPIS)

Tr: Tiempo de retención

Vh: Velocidad horizontal = 0.30 m/s

$$Tr = \frac{0.083}{0.021}$$

$$Tr = 3.96 \text{ seg}$$

$$L = 3.96 * 0.30$$

$$L = 1.19 \text{ m}$$

Longitud final (25 % adicional RNE OS.090)

$$Lf = 25\% * L$$

$$L_f = 0.25 * 1.19$$

$$L_f = 1.50 \text{ m}$$

Radio hidráulico horizontal

$$Rh = \frac{Ac}{2y + B}$$

$$Rh = \frac{0.005}{2 * 0.083 + 0.06}$$

$$Rh = 0.02 \text{ m}$$

Pendiente del canal del desarenador

$$S = \left( \frac{Vh * n}{Rh^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S = \left( \frac{0.30 * 0.013}{0.02^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S = 0.27 \% \cong 2.70\text{‰}$$

Longitud de la zona de transición

$$L_s = \frac{Bt - B}{\tan \theta}$$

Donde:

Bt: Ancho total de desarenador = 0.75 m

B: Ancho del canal de ingreso = 0.3 m

$\theta$ : Angulo de inclinación = 12.50°

$$L_s = \frac{0.75 - 0.30}{\tan (12.50^\circ)}$$

$$l_s = 1.00 \text{ m}$$

## TRATAMIENTO PRIMARIO (TANQUE IMHOFF)

### a) Cámara de sedimentación

Caudal de diseño

$$Q_p = 2.98 \text{ m}^3/\text{h}$$

Área del sedimentador

$$A_s = \frac{Q_p}{C_s}$$

Cs: Carga superficial = 1.00 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>xhora) (RNE OS.090)

$$A_s = \frac{2.98}{1.00}$$

$$A_s = 2.98 \text{ m}^2$$

Volumen del sedimentador

$$V_s = Q_p * R$$

R: Periodo de retención hidráulica = 2.00 hrs (RNE OS.090)

$$V_s = 2.98 * 2.00$$

$$V_s = 5.96 \text{ m}^3$$

Longitud del sedimentador

$$A_s = L * B \quad \text{y} \quad L = 4B \quad \text{donde: } r = L/B = 4 < 3 \text{ a } 10 >$$

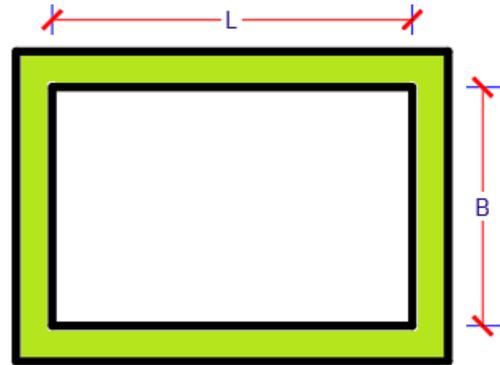
$$B = \sqrt{\frac{2.98}{4}}$$

$$B = 0.86 \text{ m}$$

Asumimos B = 1.20 m

$$L = 4 * 1.20$$

$$L = 4.80 \text{ m}$$



Cálculo de las alturas h1 y h2

$$h_1 = \frac{B}{2} * \tan \theta; \quad \theta: \text{Ang. incl. fondo} = 50^\circ$$

$$h_1 = \frac{1.2}{2} * \tan(50^\circ)$$

$$h_1 = 0.72 \text{ m}$$

Recomendamos

$$h_1 = 0.80 \text{ m}$$

De la figura  $V_s = V_1 + V_2$

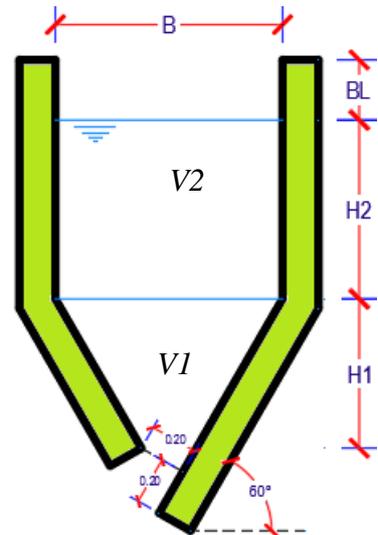
$$h_2 = \frac{V_s - V_1}{L * B}$$

$$h_2 = \frac{5.96 - \frac{1.20 * 4.80}{2} * 0.80}{4.80 * 1.20}$$

$$h_2 = 0.64 \text{ m}$$

Recomendamos

$$h_2 = 0.70 \text{ m}$$



**b) zona de espuma**

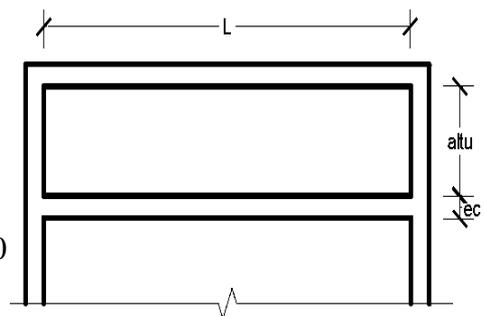
Área total del tanque Imhoff

$$\text{Área}_{\text{Total}} = (\text{altu} * 2 + \text{ec} * 2 + B) * L$$

$$\text{Área}_{\text{Total}} = (1.5 * 2 + 0.15 * 2 + 1.20) * 4.80$$

$$\text{Área}_{\text{Total}} = 21.60 \text{ m}^2$$

Área de ventilación



$$A_v = (altu * 2) * L$$

$$A_v = (1.50 * 2) * 4.80$$

$$A_v = 14.40 \text{ m}^2$$

Verificación si representa mas del 30% del total del área del tanque (RNE OS.090).

$$\frac{A_v}{\text{Área}_{\text{Total}}} = \frac{14.40}{21.60} * 100 = 66.67\% \dots \text{Cumple es mayor al 30\%}$$

### c) Cámara de digestión

Volumen de digestión de almacenamiento

$$V_d = \frac{70 * P * f_{cr}}{1000}$$

Donde:

P: Población = 747

f<sub>cr</sub>: factor de la capacidad relativa para 16°C = 0.92

$$V_d = \frac{70 * 747 * 0.92}{1000}$$

$$V_d = 48.11 \text{ m}^3$$

Cálculos de las aturas en el digestor

$$h_3 = \frac{B_s}{2} * \tan \phi; \quad \phi: \text{Ang. incl. fondo} = 15^\circ$$

$$h_3 = \frac{4.50}{2} * \tan(15^\circ)$$

$$h_3 = 0.60 \text{ m}$$

Recomendamos

$$h_3 = 0.60 \text{ m}$$

De la figura  $V_d = V_1 + V_2$

$$h_4 = \frac{V_d - V_3}{B_s * L_s}$$

$$h_2 = \frac{48.11 - \frac{4.50 * 4.80}{2} * 0.60}{4.5 * 4.80}$$

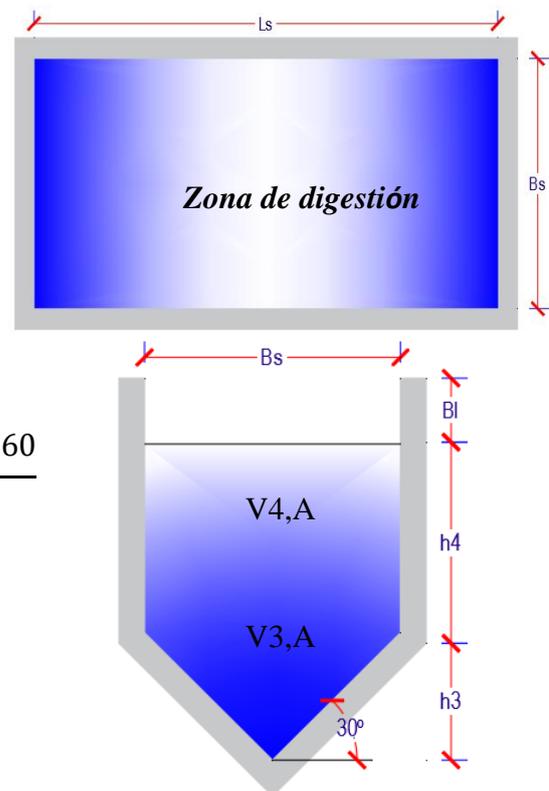
$$h_4 = 2.03 \text{ m}$$

Recomendamos

$$h_4 = 2.10 \text{ m}$$

Borde libre

$$B_1 = 0.50 \text{ m}$$



### d) Longitud mínima del vertedero de salida

$$Lv = \frac{Q_{max}}{Chv}$$

Donde:

$Q_{max}$ : Caudal máximo diario = 85.88 m<sup>3</sup>/día

$Chv$ : Carga hidráulico sobre el vertedero = 250 m<sup>3</sup>/m\*día

$$Lv = \frac{85.88}{250}$$

$$Lv = 0.30 \text{ m}$$

### Resumen de dimensiones

$B = 4.50 \text{ m}$  ...Ancho del Tanque Imhoff

$L = 4.80 \text{ m}$  ...Largo del Tanque Imhoff

$H = 5.00 \text{ m}$  ...Profundidad del Tanque Imhoff

### LECHO DE SECADO

Carga de solidos que ingresa al sedimentador

$$C = Q * SS * 0.0864$$

Donde:

$Q$ : caudal promedio de las aguas residuales = 0.828 l/s

$SS$ : solido en suspensión en el agua residual cruda = 91.58 mg/l

$$C = 0.828 * 91.58 * 0.0864$$

$$C = 6.55 \text{ kg de SS/día}$$

Masa de solidos que conforman los lodos

$$Msd = 0.5 * 0.7 * 0.5 * C + 0.5 * 0.3 * C$$

$$Msd = 0.5 * 0.7 * 0.5 * 6.55 + 0.5 * 0.3 * 6.55$$

$$Msd = 2.13 \text{ kg SS/día}$$

Volumen diario de lodos digeridos

$$Vld = \frac{Msd}{\rho_{lodo} * \left( \frac{\% \text{ de solido}}{100} \right)}$$

Donde:

$Msd$ : Masa de solidos = 2.13 kg/día

$\rho_{lodo}$ : Densidad de los lodos = 1.04 kg/l

% de solido: Porcentaje de solidos contenidos en el lodo = 8%

$$Vld = \frac{2.13}{1.04 * \left(\frac{8}{100}\right)}$$

$$Vld = 25.60 \text{ l/día}$$

Volumen de lodo a extraer del tanque

$$Vel = \frac{vld * Td}{1000}$$

Donde:

Vld: Volumen diario de lodos digeridos = 25.60 l/día

Td: Tiempo de digestión = 55 días

$$Vel = \frac{25.60 * 55}{1000}$$

$$Vel = 1.41 \text{ m}^3$$

Área del lecho de secado

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

Donde:

Vel: Volumen de lodo a extraer = 1.41 m<sup>3</sup>

Ha: Profundidad de aplicación = 0.30 m

$$Als = \frac{1.41}{0.30}$$

$$Als = 5.00 \text{ m}^2$$

Longitud del lecho de secado

$$L = \frac{Als}{B}$$

Donde:

Als: Área del lecho de secado

B: ancho del lecho de secado (3 a 6 m) = 3.50 m

$$L = \frac{5.00}{3.50}$$

$$L = 1.43 \text{ m} \Rightarrow \text{recomendación } L=3.00 \text{ m}$$

### Resumen de dimensiones

Ha = 0.30 m ...Profundidad de lecho de secado

B = 3.50 m ...Ancho del lecho de secado

L = 3.00 m ...Longitud del lecho de secado

## TRATAMIENTO SECUNDARIO (FILTRO BIOLÓGICO)

DBO<sub>5</sub> remanente (Producción per cápita de aguas residuales)

$$S_0 = (1 - E_p) \times S_t$$

Donde:

E<sub>p</sub>: eficiencia de remoción de DBO del tratamiento primario = 30 %

S<sub>t</sub>: DBO<sub>5</sub> del afluente = 94.70 mg/l

$$S_0 = (1 - 0.3) \times 94.70$$

$$S_0 = 66.29 \text{ mg DBO/l}$$

Carga de DBO

$$W_g = \frac{S_0 \times Q_p}{1000}$$

Donde:

S<sub>0</sub>: DBO<sub>5</sub> remanente = 66.29 mg DBO/l

Q<sub>p</sub>: Caudal promedio de diseño = 71.54 m<sup>3</sup>/día

$$W_g = \frac{66.29 \times 71.54}{1000}$$

$$W_g = 4.74 \text{ kg DBO/día}$$

Volumen del filtro biológico o percolador

$$V = \frac{W_g}{F} \times \left( \frac{0.4425 \times E}{1 - E} \right)^2$$

Donde:

W<sub>g</sub>: Carga de DBO = 4.74 Kg DBO/día

F: factor de recirculación = 1.00

E: Eficiencia RNE OS.090 (50 – 90%) = 85 %

$$V = \frac{4.74}{1} \times \left( \frac{0.4425 \times 0.85}{1 - 0.85} \right)^2$$

$$V = 29.82 \text{ m}^3$$

Área del filtro biológico o medio filtrante

$$A = \frac{V}{H}$$

Donde:

V: volumen del filtro biológico = 29.82 m<sup>3</sup>

H: altura del medio filtrante, RNE OS.090 ítem 5.5.4.3 (1.50-3.00) = 2.40 m

$$A = \frac{29.82}{2.40}$$

$$A = 12.42 \text{ m}^2$$

Tasa de aplicación superficial

$$Tas = \frac{Qp}{A}$$

Donde:

Qp: caudal promedio de diseño = 71.54 m<sup>3</sup>/días

A: Área del filtro biológico = 12.42 m<sup>2</sup>

$$Tas = \frac{71.54}{12.42}$$

$$Tas = 5.76 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{día}$$

Carga orgánica

$$Co = \frac{Wg}{V}$$

Donde:

Wg: carga de DBO = 4.74 Kg DBO/día

V: volumen del filtro biológico = 29.82

$$Co = \frac{4.74}{29.82}$$

$$Co = 0.16 \text{ kg DBO}/(\text{m}^3 \times \text{día})$$

### Resumen de dimensiones

H = 2.40 m ...Altura del filtro biológico

L = 4.00 m ...Largo del filtro biológico

B = 3.50 m ...Ancho del filtro biológico

## TRATAMIENTO TERCIARIO (CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO)

### a) Dimensionamiento de la cámara de contacto

Coloro requerido

$$CLr = 0.0864 \times Qp \times Cl$$

Donde:

Qp: Caudal promedio de diseño = 0.828 l/s

Cl: Dosis de cloro requerido según Metcalf & Eddy (2 – 8 mg/l) = 4 mg/l

$$CLr = 0.0864 \times 0.828 \times 4$$

$$CLr = 0.285 \text{ kg/día}$$

Cantidad de cloro en el efluente

$$Ct = \frac{\left(\frac{Ce}{Cf}\right)^{\left(-\frac{1}{3}\right)} - 1}{0.23 * TRH}$$

Donde:

Cf: Coliformes de afluente = 1600000 NMP/100 ml

E: Eficiencia de la cámara de contacto de cloro = 99.90 %

Ce: Coliformes del efluente = 1600 NMP/100 ml

TRH: Tiempo de retención hidráulico = 30 min según RNE OS.090 (2018)

$$Ct = \frac{\left(\frac{1600}{1600000}\right)^{\left(-\frac{1}{3}\right)} - 1}{0.23 * 30}$$

$$Ct = 1.30 \text{ mg/l}$$

Volumen de la cámara de contacto de cloro

$$Vc = 0.06 \times Qp \times TRH$$

Donde:

Qp: Caudal promedio de diseño = 0.828 l/s

TRH: Tiempo de retención hidráulico = 30 min RNE OS.090 (2018)

$$Vc = 0.06 * 0.828 * 30$$

$$Vc = 1.49 \text{ m}^3$$

Área de la cámara de contacto de cloro

$$Ac = \frac{Vc}{H}$$

Donde:

Vc: Volumen de la cámara de contacto de cloro = 1.49 m<sup>3</sup>

H: profundidad de la cámara de contacto de cloro = 1.00 m criterio

$$Ac = \frac{1.49}{1.00}$$

$$Ac = 1.49 \text{ m}^2$$

Longitud de la cámara de contacto de cloro

$$L = \frac{Ac}{B}$$

Donde:

Ac: Área de la cámara de contacto = 1.49 m<sup>2</sup>

B: Ancho de la cámara de contacto = 1.00 m criterio

$$L = \frac{1.49}{1.00}$$

$$L = 1.50 \text{ m}$$

Numero de briquetas

$$Nb = \frac{L}{0.3} - 2$$

$$Nb = \frac{1.50}{0.3} - 1$$

$$Nb = 4.00 \text{ unidades}$$

### Resumen de dimensiones

H = 1.00 m ...Profundidad de la cámara de contacto de cloro

B = 1.00 m ...Ancho de la cámara de contacto de cloro

L = 1.50 m ...Longitud de la cámara de contacto

### EFICIENCIA DE LA PTAR

#### a) Balance de masa final

Caudal de ingreso a la PTAR,  $Q_p = 0.828 \text{ l/s}$

**DBO del agua residual = 94.70 mg/l**

DBO de la salida del tanque Imhoff (tratamiento primario)

$$= (100\% - 30\%) \times (94.70 \text{ mg/l})$$

$$= 66.29 \text{ mg/l}$$

DBO de la salida del filtro biológico (tratamiento secundario)

$$= (100\% - 85\%) \times (66.29 \text{ mg/l})$$

$$= 9.94 \text{ mg/l}$$

**Coliformes termo tolerantes de las aguas residuales = 1600000 NMP/100ml**

Salida del tanque Imhoff (tratamiento primario)

$$= (100\% - 40\%) \times (1600000 \text{ NMP/100 ml})$$

$$= 960000 \text{ NMP/100 ml}$$

Salida del filtro biológico (tratamiento secundario)

$$= (100\% - 40\%) \times (960000 \text{ NMP/100ml})$$

$$= 576000 \text{ NMP/100 ml}$$

Salida de la cámara de contacto de cloro (Tratamiento terciario)

$$= (100\% - 99.9\%) \times (576000 \text{ NMP/100 ml})$$

$$= 576 \text{ NMP/100 ml}$$

## ANEXO N° 04 PANEL VISUAL FOTOGRÁFICO

**Figura 8**

*Maapeo topográfico en la zona de estudio*



**Figura 9**

*Vertimiento de las aguas residuales al rio Utcubamba*



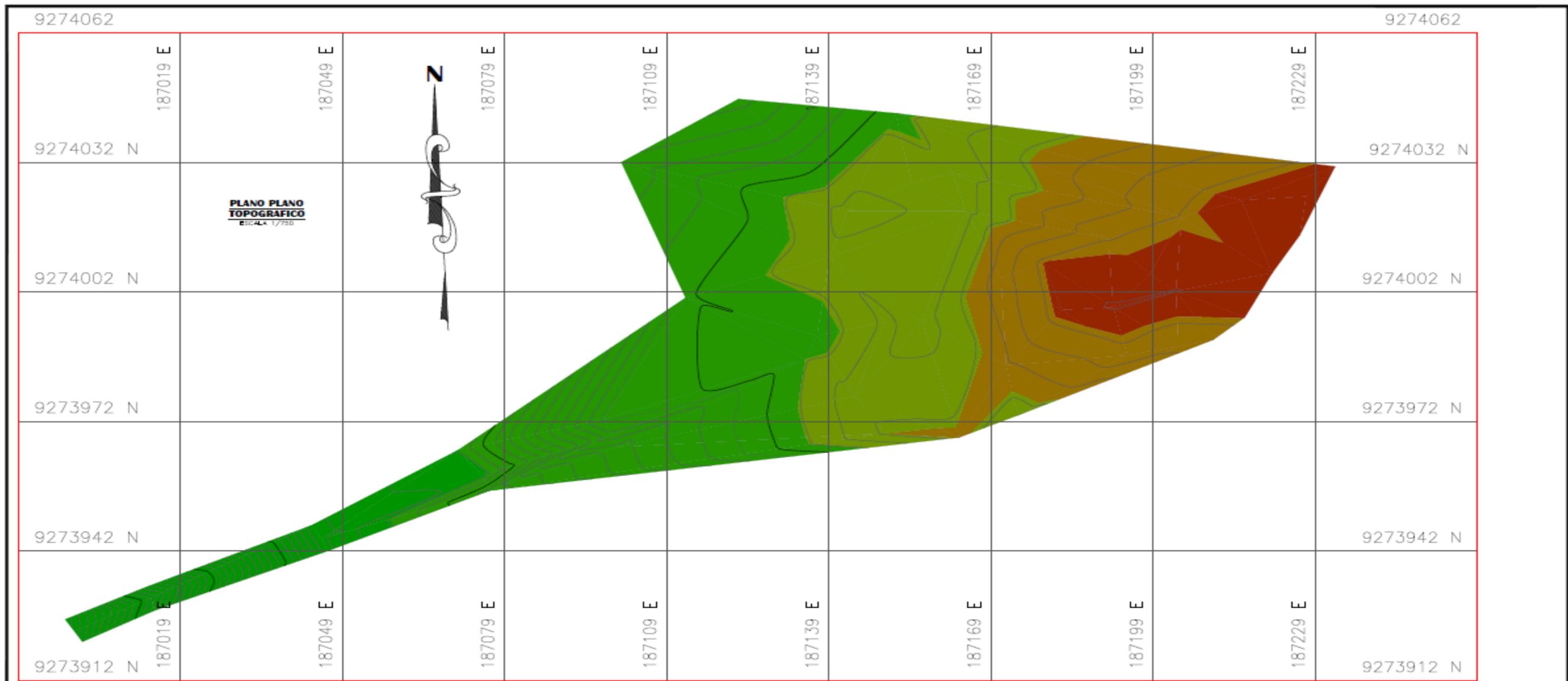
**Figura 10**

*Recolección de muestra del agua residual*



# **Anexo 5**

## **Planos**

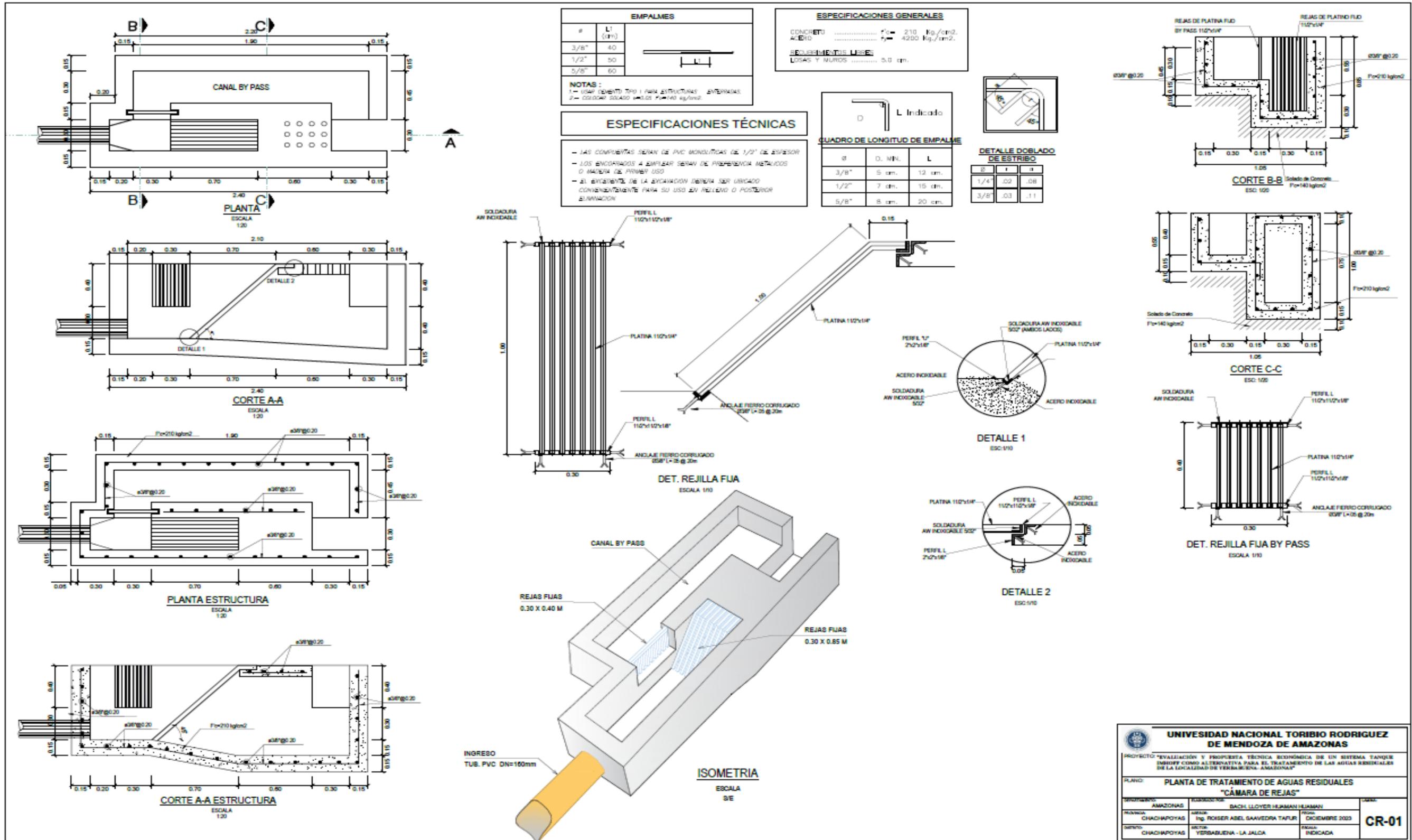


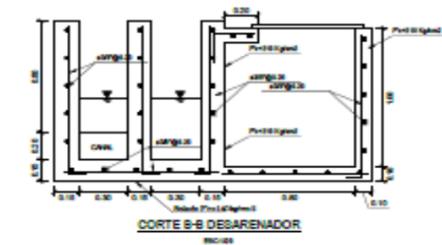
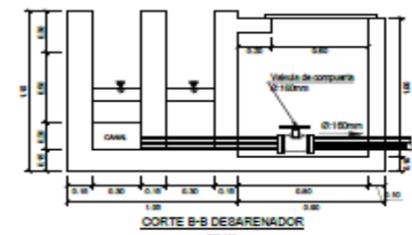
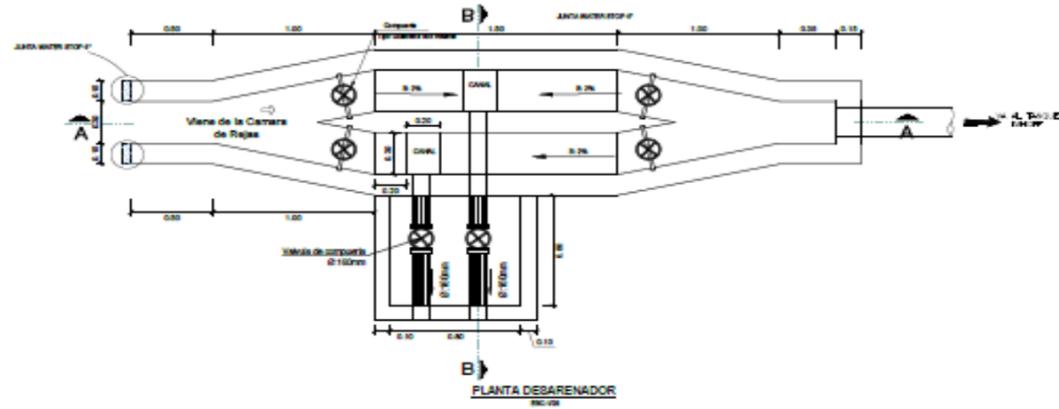
Número	Pendiente Mín.	Pendiente Máx.	Área	Color
1	0,11%	0,70%	1793,68	■
2	0,70%	1,31%	2011,50	■
3	1,31%	1,87%	2240,53	■
4	1,87%	4,22%	2023,15	■
5	4,22%	11,36%	1106,71	■

Número	Elevación Mínima	Elevación Máxima	Área	Color
1	1874,29	1874,38	1003,70	■
2	1874,38	1874,68	1838,34	■
3	1874,68	1874,91	2483,57	■
4	1874,91	1876,19	3298,63	■
5	1876,19	1879,97	551,32	■

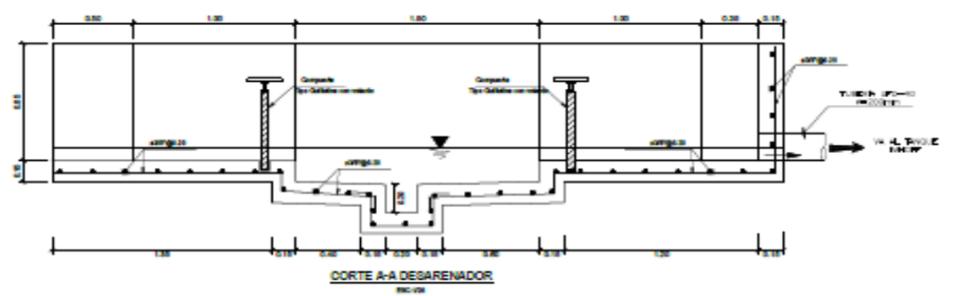
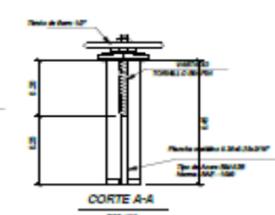
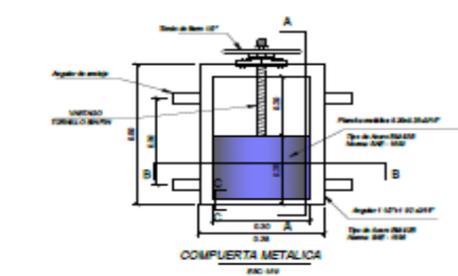
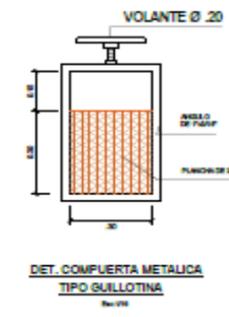
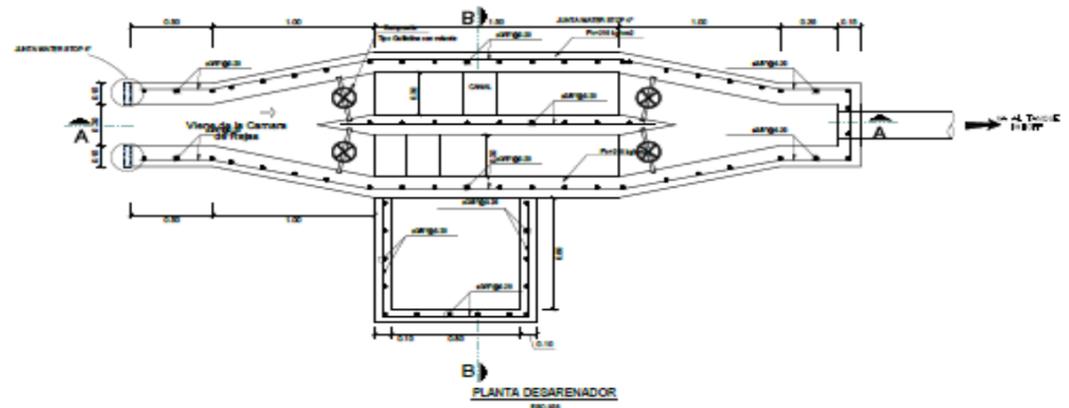
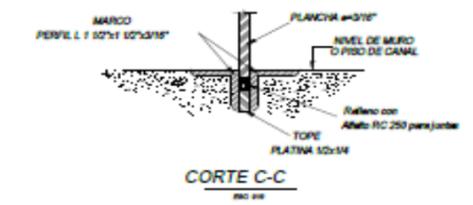
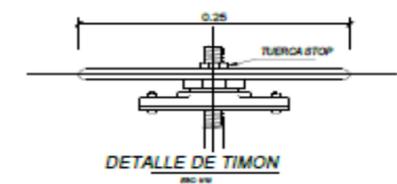
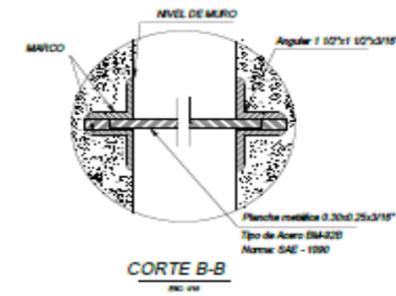
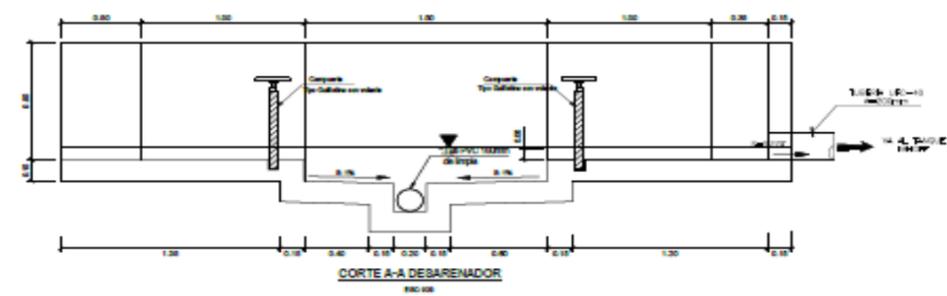


<b>UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS</b>		
PROYECTO: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA DE UN SISTEMA TANQUE IMHOFF COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE YERBABUENA- AMAZONAS"		
PLANO: <b>"PLANO TOPOGRÁFICO"</b>		
DEPARTAMENTO: AMAZONAS	ELABORADO POR: BACH. LLOYER HUAMAN HUAMAN	LÁMINA:
PROVINCIA: CHACHAPOYAS	ASISOR: Ing. ROISER ABEL SAAVEDRA TAFUR	FECHA: DICIEMBRE 2023
DISTRITO: CHACHAPOYAS	SECTOR: YERBABUENA - LA JALCA	ESCALA: 1/750
		<b>PT-01</b>





- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- Relleno con Aluflex RC 250 para sellado por compresión en frío
  - Angulares 1 1/2"x1 1/2"x3/16"
  - Tornillos sin fin # 3/4" de acero inoxidable
  - Plancha de fierro 0.30x0.25x3/16"



**EMPALMES**

Ø	L1 (mm)
3/8"	45
1/2"	55
5/8"	65

NOTAS:  
- LAS CONEXIONES DEBEN SER HECHAS CON UN ANGULO DE 45° EN LAS EXTREMIDADES.  
- LOS EMPALMES DEBEN SER HECHOS CON UN ANGULO DE 45° EN LAS EXTREMIDADES.  
- EL EMPALME DEBE SER HECHO CON UN ANGULO DE 45° EN LAS EXTREMIDADES.

**ESPECIFICACIONES GENERALES**

CONCRETO:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 ACERO:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

REVESTIMIENTO: MARMOL  
 ESPESOR: 10 mm

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- LAS CONEXIONES DEBEN SER HECHAS CON UN ANGULO DE 45° EN LAS EXTREMIDADES.
- LOS EMPALMES DEBEN SER HECHOS CON UN ANGULO DE 45° EN LAS EXTREMIDADES.
- EL EMPALME DEBE SER HECHO CON UN ANGULO DE 45° EN LAS EXTREMIDADES.

**CUADRO DE LONGITUDES DE EMPALMES**

Ø	L1	L2
3/8"	5 mm	12 mm
1/2"	7 mm	15 mm
5/8"	8 mm	20 mm

**DETALLE DOBLADO DE BARRAS**

Ø	L1	L2
3/8"	25	25
1/2"	35	35

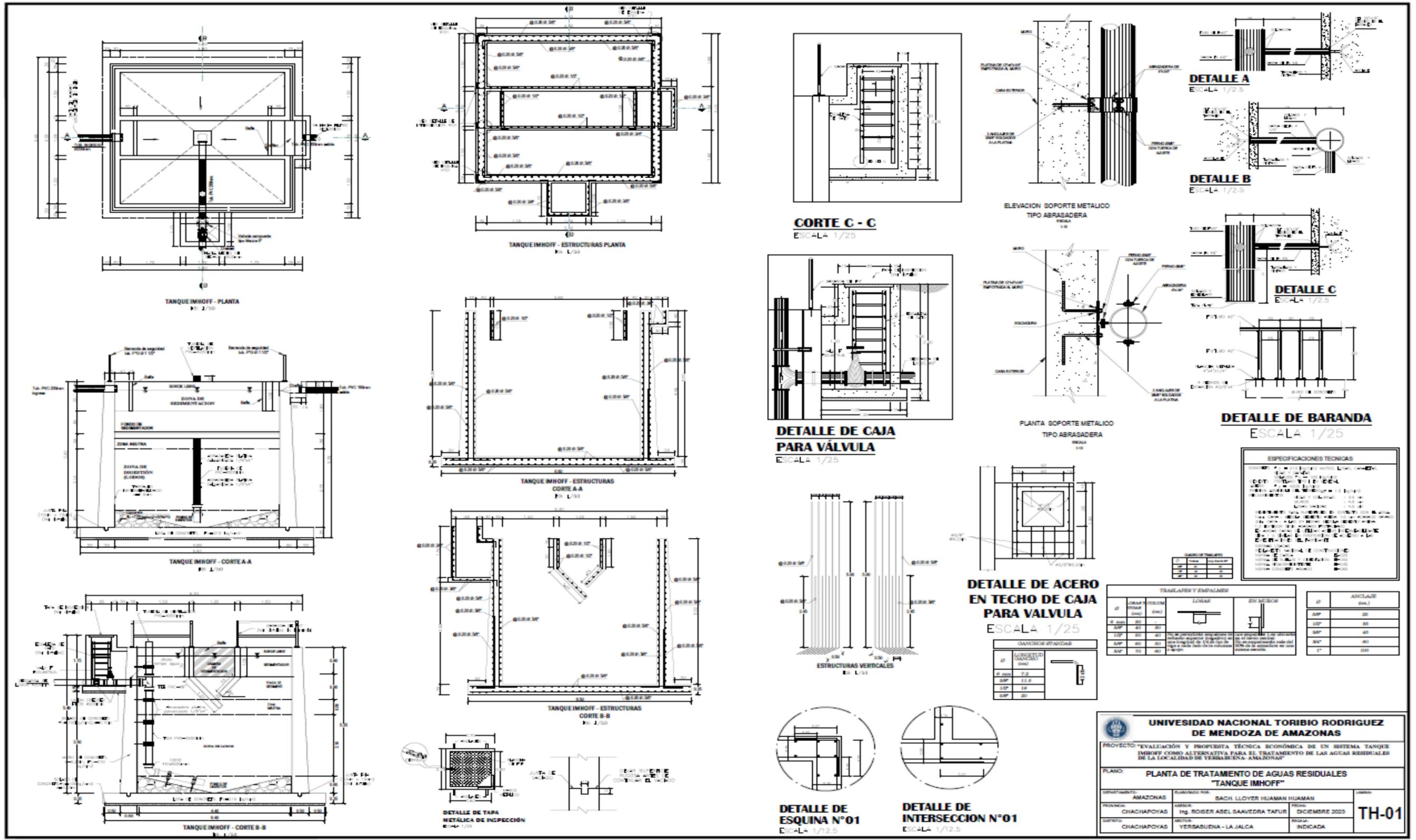
**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

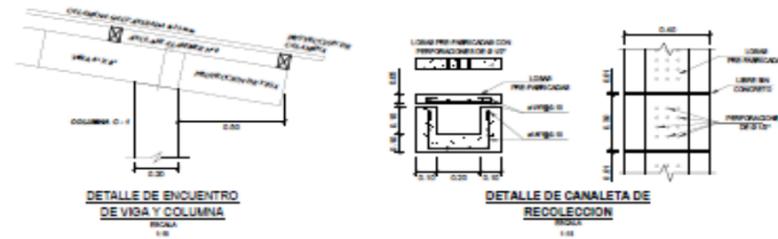
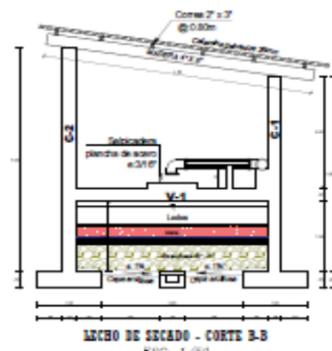
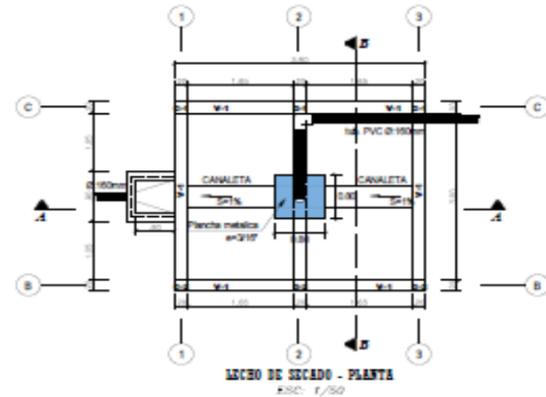
PROYECTO: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA DE UN SISTEMA TANQUE EMPUJADO COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE YERBabuena - AMAZONAS"

PLANO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "DESARENADOR"

DEPARTAMENTO: AMAZONAS	ELABORADO POR: BACH. LLOYER HUAMAN HUAMAN	LÁMINA:
PROVINCIA: CHACHAPOYAS	FECHA: Ing. ROISER ABEL SAAVEDRA TAFUR	FECHA: DICIEMBRE 2023
DISTRITO: CHACHAPOYAS	SECTOR: YERBabuena - LA JALCA	ESCALA: INDICADA

**DS-01**





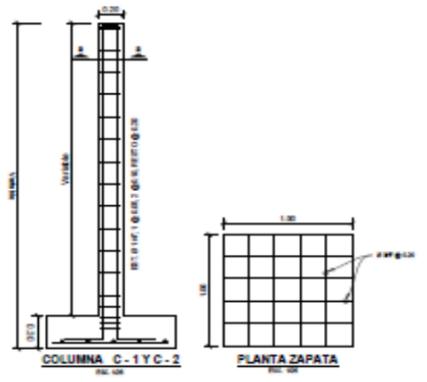
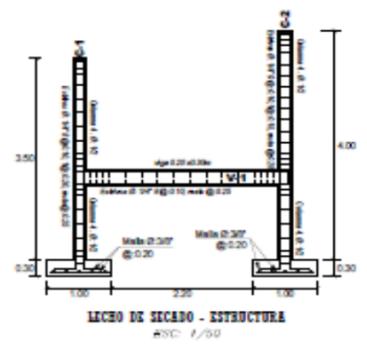
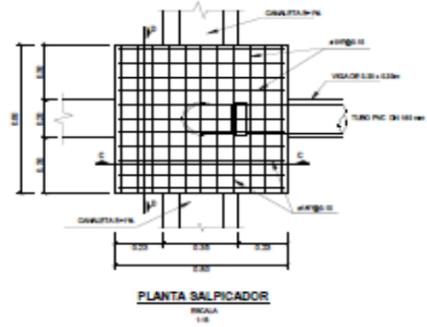
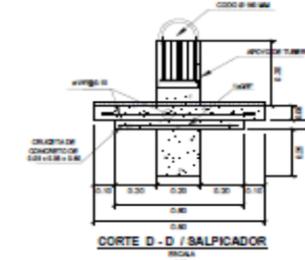
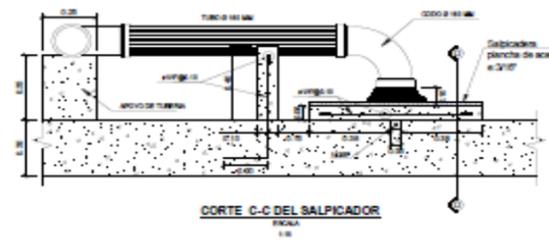
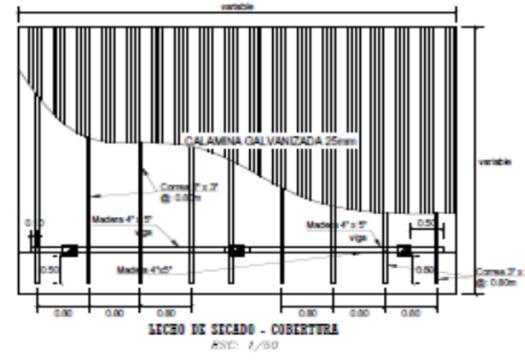
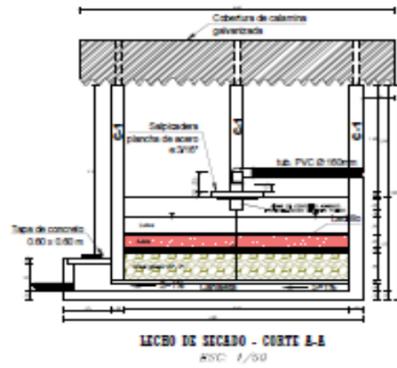
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CONCRETO:  
- COLUMNAS, VIGAS, MUROS Y LOSAS  
F<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

ACERO:  
- SALCADOR  
F<sub>y</sub> = 175 kg/cm<sup>2</sup>

ACERO:  
F<sub>y</sub> = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

EN CASO QUE LA ESTRUCTURA ESTE SUMERGIDA EN LA TIERRA, FIBRATA SE DEBEA UTILIZAR ALTIOS INFERRIBLANTES EN LA MEZCLA (CEMENTO + ARENA EN LA DOSE RECOMENDADA POR EL FABRICANTE).



**GANCHO ESTANDAR**

Ø	LONGITUD (mm)
Ø 12	110
Ø 16	130
Ø 20	150

**TRABAJOS Y EMPALMES**

Ø	LONGITUD (mm)	LONGAR	20% MENOS	Ø	ANCLAJE (mm)
Ø 12	200	100	100	Ø 12	200
Ø 16	250	125	125	Ø 16	250
Ø 20	300	150	150	Ø 20	300
Ø 25	350	175	175	Ø 25	350

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CONCRETO: F<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup> (MOP, LOCAL, ORDINARIA)  
VIGAS Y COLUMNAS: F<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
LOSAS: F<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
ACERO: F<sub>y</sub> = 175 kg/cm<sup>2</sup>  
ACERO: F<sub>y</sub> = 4200 kg/cm<sup>2</sup>  
REINFORZAMIENTO: VIGAS Y COLUMNAS: 1.00 mm; LOSAS: 1.00 mm

REQUISITOS PARA SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL AGUA:  
TAPA DE CONCRETO: 0.00 x 0.02 m  
LOSAS: 0.00 x 0.02 m  
VIGAS: 0.00 x 0.02 m  
COLUMNAS: 0.00 x 0.02 m

REQUISITOS PARA SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL AGUA:  
TAPA DE CONCRETO: 0.00 x 0.02 m  
LOSAS: 0.00 x 0.02 m  
VIGAS: 0.00 x 0.02 m  
COLUMNAS: 0.00 x 0.02 m

REQUISITOS PARA SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL AGUA:  
TAPA DE CONCRETO: 0.00 x 0.02 m  
LOSAS: 0.00 x 0.02 m  
VIGAS: 0.00 x 0.02 m  
COLUMNAS: 0.00 x 0.02 m

REQUISITOS PARA SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL AGUA:  
TAPA DE CONCRETO: 0.00 x 0.02 m  
LOSAS: 0.00 x 0.02 m  
VIGAS: 0.00 x 0.02 m  
COLUMNAS: 0.00 x 0.02 m



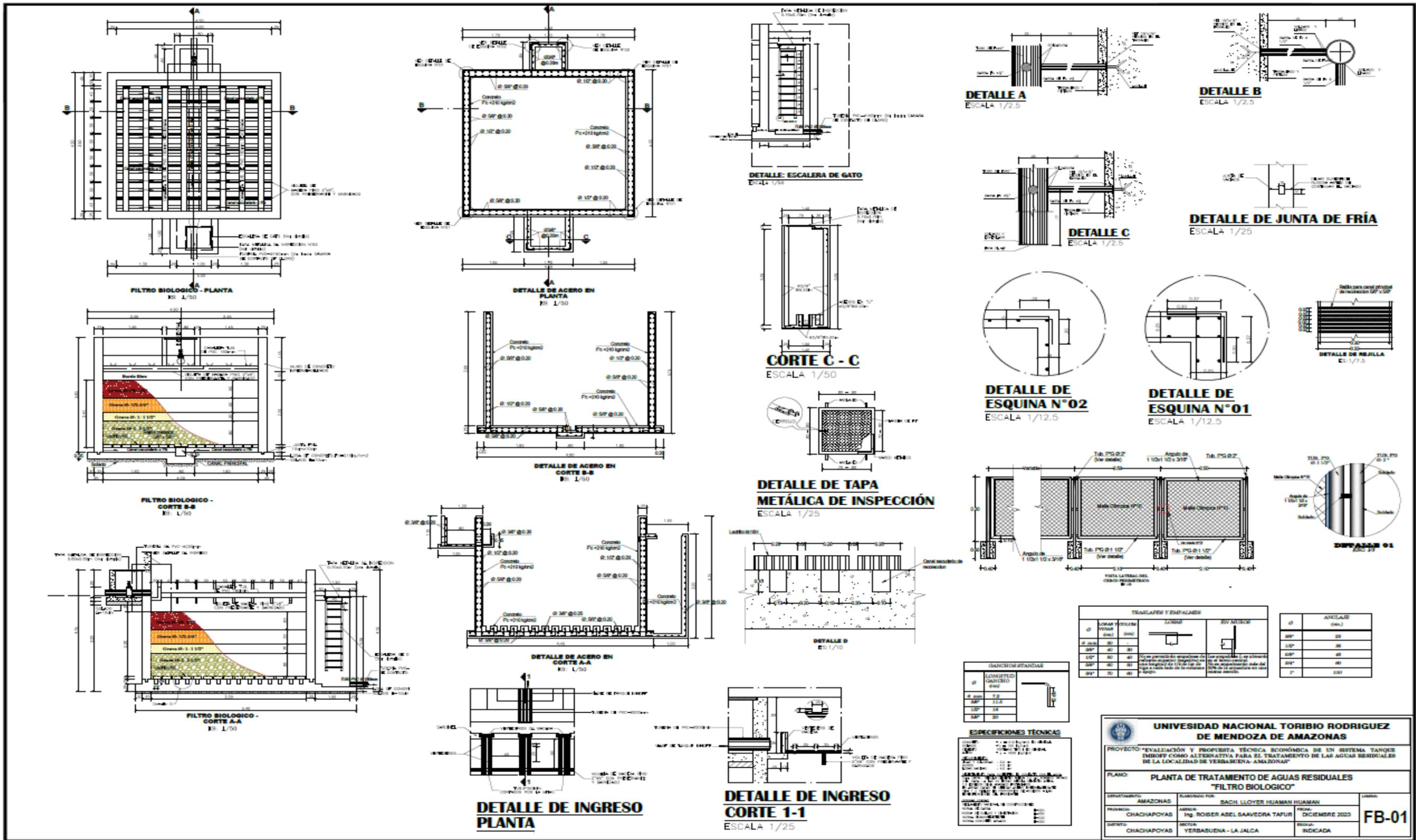
**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

PROYECTO: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA DE UN SISTEMA TANQUE IMBROFF COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE YERRABUENA - AMAZONAS"

PLANO: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "LECHO DE SECADO"**

DEPARTAMENTO: AMAZONAS	ELABORADO POR: BACH. LLOYER HUAMAN HUAMAN	FECHA: DICIEMBRE 2023	ESCALA: INDICADA
PROVINCIA: CHACHAPOYAS	ING. ROISER ABEL SAABEDRA TAFUR		
DISTRICTO: CHACHAPOYAS	YERRABUENA - LA JALCA		

**LS-01**



**TRASLAPES Y EMPALMES**

Ø	LONGITUD (mm)	Ø	Ø
30"	30	30"	30
30"	40	30"	40
30"	50	30"	50
30"	60	30"	60

**ANCLAJE**

Ø	Ø
30"	30
30"	30
30"	40
30"	40
30"	50

**GANCHOS ESTÁNDAR**

Ø	LONGITUD (mm)
30"	30
30"	40
30"	50
30"	60

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

1. MATERIAL: ACERO INOXIDABLE AISI 304

2. PINTURA: PINTURA INDUSTRIAL PARA ACERO INOXIDABLE

3. TOLERANCIAS: ± 0.1 mm

4. ACABADO: BRILLO

5. MONTAJE: DE ACORDO A LOS DISEÑOS

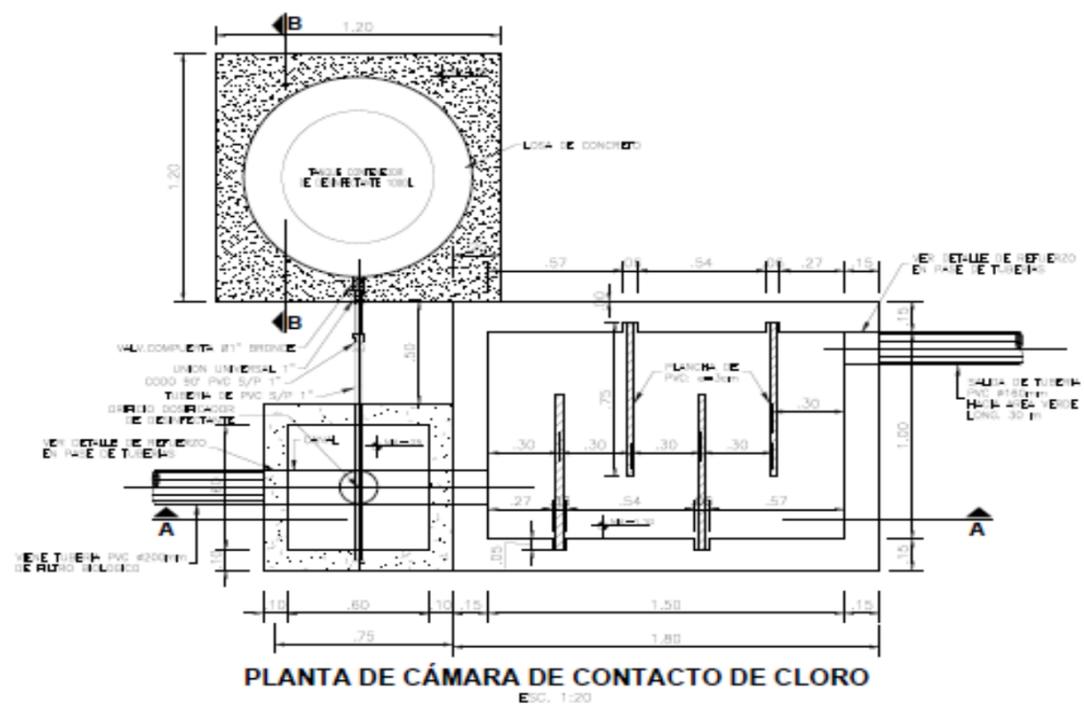
**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

PROYECTO: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA DE UN SISTEMA TANQUE IMBOFF COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE YERBASUENA-AMAZONAS"

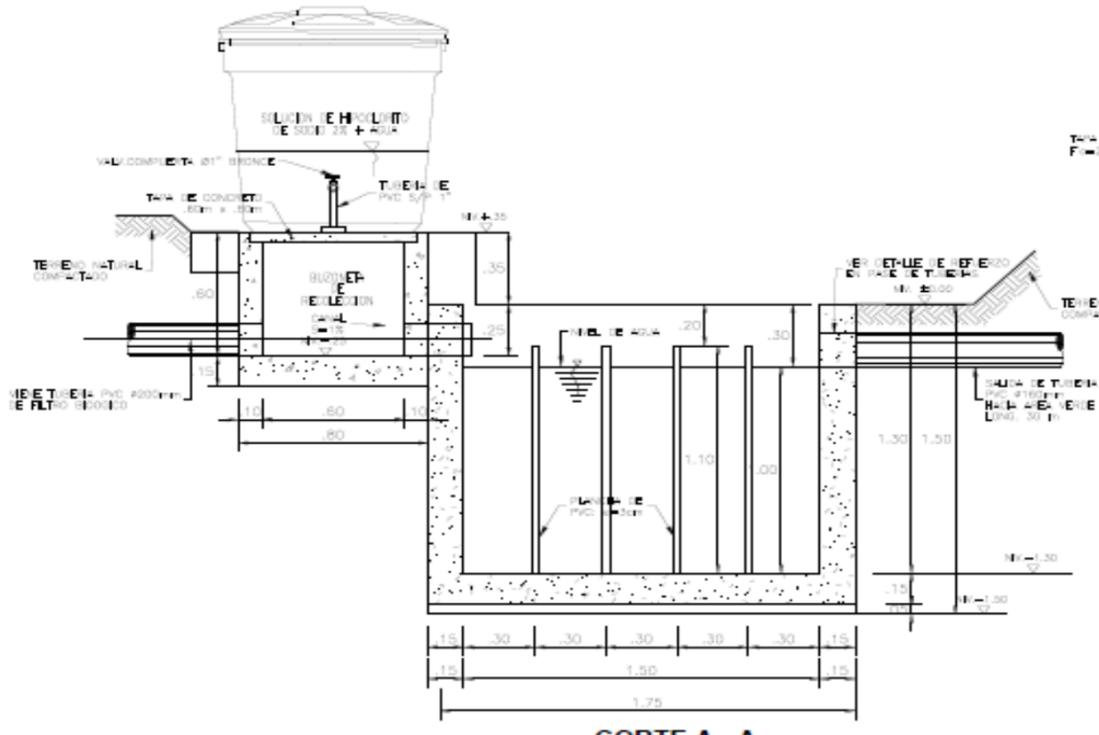
PLANO: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "FILTRO BIOLÓGICO"**

DEPARTAMENTO: AMAZONAS	ELABORADO POR: BACH. LLOYER HUAMAN HUAMAN	LABOR:
PROVINCIA: CHACHAPOYAS	ING. ROGER ABEL SAAVEDRA TAPUR	FECHA: DICIEMBRE 2023
DISTRITO: CHACHAPOYAS	SECTOR: YERBASUENA - LA JALCA	PROYECTO: INDICADA

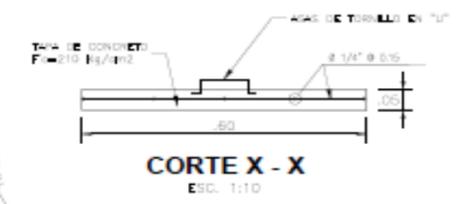
**FB-01**



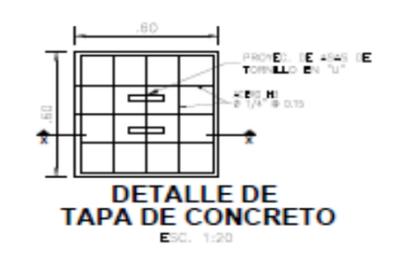
**PLANTA DE CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO**  
ESC. 1:20



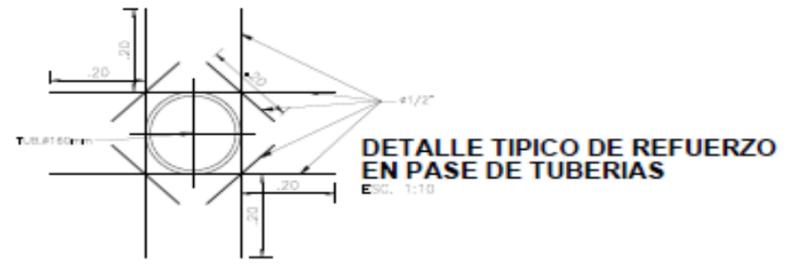
**CORTE A - A**  
ESC. 1:20



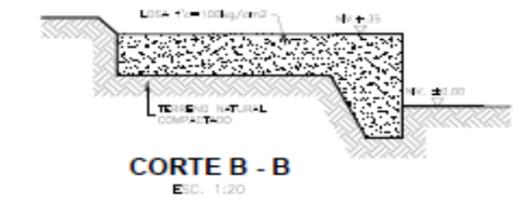
**CORTE X - X**  
ESC. 1:10



**DETALLE DE TAPA DE CONCRETO**  
ESC. 1:20



**DETALLE TIPICO DE REFUERZO EN PASE DE TUBERIAS**  
ESC. 1:10



**CORTE B - B**  
ESC. 1:20

TRASPASES Y EMPALMES		
Ø	LOSAS Y VIGAS (mm)	COLUMN
6 mm	50	-
5/8"	40	50
1/2"	50	40
5/8"	60	50
5/4"	70	60

No se permitiran empalmes de refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de viga o cada lado de la columna o apoyo.  
Los empalmes L se ubicaran en el tercio central. No se empalmaran más del 50% de la armadura en una misma seccion.

Ø	ANCLAJE (cm)
5/8"	25
1/2"	35
5/8"	45
5/4"	60
1"	100

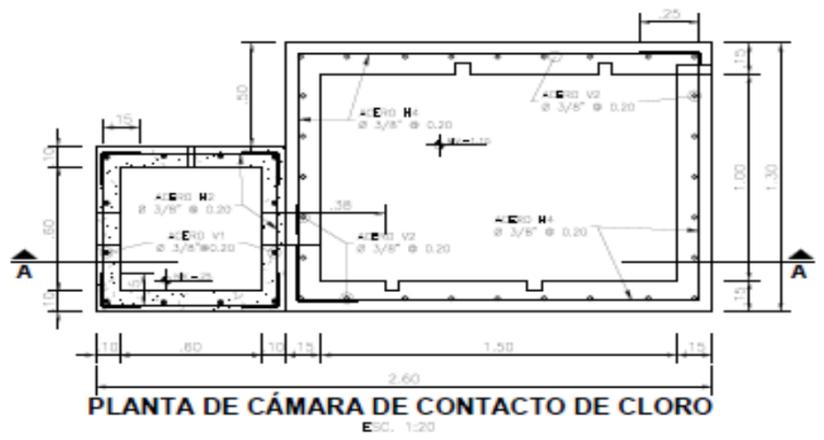
GANCHOS STANDAR	
Ø	LONGITUD GANCHO (mm)
6 mm	7.2
5/8"	11.5
1/2"	16
5/8"	20

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

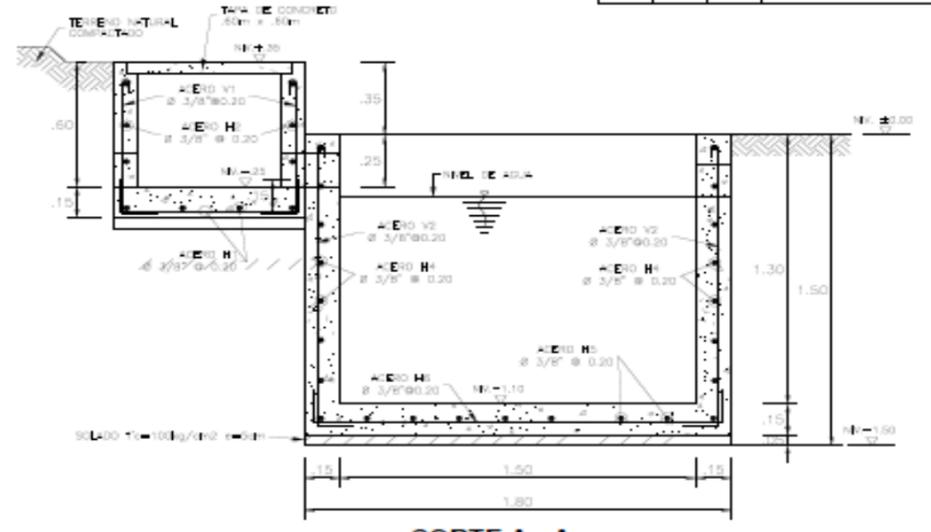
CONCRETO:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  MORTO, LOMAL, CANALON, MESA Y ZANJAL.  
 SOLADOS  $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$   
 CEMENTO PORTLAND TIPO I DE ORDENAL  
 ACERO:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
 REFORZAMIENTO: VIGAS Y COLUMNAS: 1.50 cm  
 MUROS: 1.40 cm  
 LOSAS: 1.40 cm

REVESTIMIENTO PARA SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL AGUA:  
 1.50 cm de mortero de cemento arena 1:5 en acabado rayado  
 2.00 cm de pintura de cemento arena 1:1 en acabado rayado  
 1.50 cm de pintura de cemento arena 1:1 en acabado rayado  
 2.00 cm de pintura de cemento arena 1:1 en acabado rayado  
 1.50 cm de pintura de cemento arena 1:1 en acabado rayado  
 2.00 cm de pintura de cemento arena 1:1 en acabado rayado

NORMAS USADAS:  
 NORMATIVA NACIONAL DE CONSTRUCCION:  
 NORMA DE CARGA: E-020  
 NORMA DE SUELOS Y FUNDACION: E-030  
 NORMA DE MATERIALES: E-040  
 NORMA DE CONCRETO ARMADO: E-050



**PLANTA DE CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO**  
ESC. 1:20



**CORTE A - A**  
ESC. 1:20

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

PROYECTO: "EVALUACION Y PROPUESTA TECNICA ECONOMICA DE UN SISTEMA TANQUE IMBROFF COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE TERRAMENA AMAZONAS"

PLANO: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO"**

REGION: AMAZONAS	PROFESOR: DACH LLOYER HERMANILIAMAN	FECHA:
MUNICIPIO: CHADIAPOYAS	INGENIERO: ING. ROSELY ABEL SAUVEDRA TAPUR	FECHA: DICIEMBRE 2003
CANTON: CHADIAPOYAS	INGENIERO: YERBALENA - LA JALCA	ESCALA: INDICADA

**CCC-01**