

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**



---

---

**“EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE  
MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUAS RESIDUALES, EN LA LOCALIDAD DE  
TAMBO REAL NUEVO EN EL DISTRITO DE  
CHIMBOTE, PROVINCIA DE SANTA - ANCASH”**

---

---

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

**TESISTAS:**

Bach. MATTOS BEJAR, Rosa Hilda

Bach. REQUE VALQUI, Jaiver Jens

**ASESOR:**

Mg. JENISSE FERNÁNDEZ MANTILLA

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ  
2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**



---

---

**“EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE  
MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUAS RESIDUALES, EN LA LOCALIDAD DE  
TAMBO REAL NUEVO EN EL DISTRITO DE  
CHIMBOTE, PROVINCIA DE SANTA - ANCASH”**

---

---

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

**REVISADO POR:**

---

Mg. JENISSE FERNÁNDEZ MANTILLA

**ASESOR**

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**



---

---

**“EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE  
MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUAS RESIDUALES, EN LA LOCALIDAD DE  
TAMBO REAL NUEVO EN EL DISTRITO DE  
CHIMBOTE, PROVINCIA DE SANTA - ANCASH”**

---

---

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

SUSTENTADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

---

**Ms. FELIPE VILLAVICENCIO GONZÁLEZ.  
PRESIDENTE**

---

**Ing. EDGAR SPARROW ÁLAMO  
INTEGRANTE**

---

**Mg. JENISSE FERNÁNDEZ MANTILLA  
SECRETARIO**



## DEDICATORIA

*Esta tesis se la dedico a DIOS quién supo guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder la dignidad ni desfallecer en el intento.*

*A mis padres ROSA BEJAR PAJUELO y NELSON MATTOS LOZANO a quienes va toda mi admiración y respeto por haber sacado adelante a nuestra familia, ustedes son y serán siempre el motivo y la razón de mi vida.*

*Es un privilegio ser su hija y a pesar de todos los problemas que puedan existir los amo mucho, son los mejores padres.*

**ROSA MATTOS BEJAR**



## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis en primer lugar a DIOS quien ha estado conmigo por cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, por ayudarme a levantarme en mis fracasos, por aprender de ellos y principalmente por permitirme realizar el sueño más importante de mi vida.*

*Se la dedico a mis PADRES quienes velaron por mi salud, bienestar y educación apoyándome en cada momento; gracias por darme una carrera para mi futuro y creer en mí, a pesar de que hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindarme todo su amor. Los quiero con todo mi corazón.*

**JAIVER REQUE VALQUI**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradecer infinitamente a mis padres ROSA y NELSON por su apoyo, consejos, comprensión, amor en todos estos años y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Por formarme como la persona que soy con valores, principios, carácter, perseverancia, y coraje para conseguir mis objetivos.*

*De la misma manera a mis hermanos MARÍA, GABRIEL y VICTOR, porque a los hermanos no solo los une el lazo de sangre sino el de amor, cariño, confianza y respeto, ustedes fueron un gran apoyo a lo largo de mi vida universitaria y porque son también mi motivo de superación.*

*Asimismo no puedo dejar de mencionar a la niña de mis ojos NAYELY mi gran y fiel compañera. Y a una persona muy especial en mi vida DELMI MARTÍN quienes estuvieron conmigo brindándome el apoyo necesario e incondicional para seguir este difícil, pero gratificante camino.*

*También agradecer a los docentes de la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA por sus enseñanzas, por guiarme y compartir sus experiencias que me consolidan como profesional y en especial expresarle mi más profundo aprecio al Mg. JENISSE FERNÁNDEZ MANTILLA por la paciencia mostrada durante todo el proceso, por los consejos, la guía y el soporte que nos brindó.*

**ROSA MATTOS BEJAR**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a mis padres por apoyarme en todo momento, así como brindarme sus consejos y los recursos necesarios para poder seguir mis estudios.*

*Agradecer a mis profesores a quienes les debo parte de mis conocimientos, por brindarme las enseñanzas necesarias para ser un gran profesional, agradecer a mi asesor de tesis por aceptarme a realizar esta tesis bajo su dirección, su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiarnos, ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis sino también en mi formación como investigador.*

**JAIVER REQUE VALQUI**

## ÍNDICE GENERAL

### PRELIMINARES

- A. CARÁTULA
- B. HOJA DE CONFORMIDAD CON EL ASESOR
- C. HOJA DE CONFORMIDAD CON EL JURADO EVALUADOR
- D. DEDICATORIA
- E. AGRADECIMIENTO

### CUERPO

- F. ÍNDICE .....I
- G. RESUMEN.....II
- H. ABSTRACT.....III

### CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

- 1.1. ASPECTOS INFORMATIVOS ..... 1**
  - 1.1.1. TÍTULO ..... 1
  - 1.1.2. PERSONAL INVESTIGADOR..... 1
  - 1.1.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... 1
  - 1.1.4. UBICACIÓN ..... 2
- 1.2. PLAN DE INVESTIGACIÓN ..... 3**
  - 1.2.1. ANTECEDENTES..... 3
  - 1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 6
  - 1.2.3. IMPORTANCIA..... 7
  - 1.2.4. OBJETIVO ..... 7
    - 1.2.4.1. OBJETIVO GENERAL ..... 7
    - 1.2.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO..... 7
  - 1.2.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS ..... 8
  - 1.2.6. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA..... 8
  - 1.2.7. VARIABLES ..... 8
    - 1.2.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE ..... 8
    - 1.2.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE ..... 8
  - 1.2.8. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN ..... 9

1.2.9. ESTRATEGIA DE TRABAJO.....	9
1.2.9.1. MÉTODO DE ESTUDIO .....	9
1.2.9.2. POBLACIÓN MUESTRAL.....	9

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

<b>2.1. NATURALEZA DEL AGUA RESIDUAL .....</b>	<b>10</b>
2.1.1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.....	10
2.1.2. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.....	11
<b>2.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES .....</b>	<b>11</b>
2.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	11
2.2.1.1. TEMPERATURA.....	11
2.2.1.2. TURBIDEZ.....	11
2.2.1.3. COLOR .....	12
2.2.1.4. OLOR.....	12
2.2.1.5. SÓLIDOS TOTALES.....	12
2.2.1.6. SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	13
2.2.1.7. SÓLIDOS FILTRABLES.....	13
2.2.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS .....	14
2.2.2.1. MATERIA ÓRGANICA.....	14
2.2.2.2. MATERIA INORGANICA.....	14
2.2.2.3. GASES .....	15
2.2.2.4. OXÍGENO DISUELTO .....	15
2.2.2.5. ÁCIDO SULFHÍDRICO.....	15
2.2.2.6. ANHÍDRIDO CARBÓNICO.....	15
2.2.2.7. METANO.....	16
2.2.2.8. OTROS GASES.....	16
2.2.3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.....	16
2.2.3.1. BACTERIAS.....	16
2.2.3.2. ALGAS.....	17
2.2.4. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO(DQO).....	18
2.2.5. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO(DBO).....	18
2.2.6. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EFLUENTES DE PTR (LMP).....	19

---

<b>2.3.PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL(PTAR)</b> .....	<b>20</b>
2.3.1. PRE TRATAMIENTO .....	20
2.3.1.1. REJILLAS .....	21
2.3.1.2. DESARENADORES.....	22
2.3.1.3. MEDIDOR DE CAUDAL .....	23
2.3.2. TRATAMIENTO PRIMARIO .....	24
2.3.2.1. TANQUE IMHOFF .....	24
2.3.2.2.1. DISEÑO DEL TANQUE IMHOFF .....	25
2.3.2.2. TANQUES DE SEDIMENTACIÓN .....	27
2.3.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	28
2.3.3.1. FILTROS PERCOLADORES .....	29
2.3.3.2. FILTROS BIOLÓGICOS .....	30

### **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1.MÉTODO DE INVESTIACIÓN .....	31
3.2.UNIVERSO O POBLACIÓN.....	31
3.3.DISEÑO Y CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA .....	31
3.4.ESTRATEGIA DE ESTUDIO .....	31
3.5.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	32
3.5.1.TÉCNICA .....	32
3.5.1.1.ENCUESTA.....	32
3.5.2.INSTRUMENTO.....	32
3.5.2.1.CHECK LIST.....	32
3.6.TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	32

### **CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1. RESULTADOS .....	33
4.1.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	33
4.1.2.DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA PTAR DE AGUAS RESIDUALES.....	39

---

4.1.3. ENSAYO DE LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	41
4.1.4. ESTUDIO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	46
4.1.5. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	47
4.2. DISCUSIONES.....	57

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. CONCLUSIONES .....	59
5.2. RECOMENDACIONES.....	63

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

BIBLIOGRAFÍA .....	65
--------------------	----

## **ANEXOS**

ANEXO N°01: CHECK LIST PARA LA EVALUACIÓN DE LA PTAR	
ANEXO N°02: ENCUESTA-APLICADA A LA POBLACIÓN	
ANEXO N°03: DISEÑO-PROPUESTA N°01	
ANEXO N°04: DISEÑO-PROPUESTA N°02	
ANEXO N°05: METRADO Y PRESUPUESTO-PROPUESTA N°01	
ANEXO N°06: METRADO Y PRESUPUESTO-PROPUESTA N°02	
ANEXO N°07: EVALUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	
ANEXO N°08: ESTUDIO TOPOGRÁFICO	
ANEXO N°09: ESTUDIO DE SUELOS	
ANEXO N°10: PANEL FOTOGRÁFICO	
ANEXO N°11: PLANOS	

## INDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA N°01. Secuencia completa de tratamientos de aguas residuales domésticas por Lodos Activado. ....</i>	<i>20</i>
<i>FIGURA N°02. Esquema de desbaste de los residuos de un agua residual .....</i>	<i>21</i>
<i>FIGURA N°03. Esquema de un desarenador del agua residual .....</i>	<i>23</i>
<i>FIGURA N°04. Canal de Aforo Parshall .....</i>	<i>23</i>
<i>FIGURA N°05. Esquema de un Tanque Imhoff .....</i>	<i>25</i>
<i>FIGURA N°06. Esquema de un Filtro Percolador .....</i>	<i>29</i>
<i>FIGURA N°07. Esquema de Filtro Bilógico .....</i>	<i>30</i>
<i>FIGURA N°08. Ubicación de Puntos de Muestreo .....</i>	<i>42</i>
<i>FIGURA N°09. Descripción Gráfica de la Propuesta N°01 .....</i>	<i>48</i>
<i>FIGURA N°10. Descripción Gráfica de la Propuesta N°02 .....</i>	<i>51</i>

## INDICE DE TABLAS

<i>TABLA N°01. Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de PTAR .....</i>	<i>19</i>
<i>TABLA N°02. Cuadro de Comparativo de Evaluación, para la Cámara de Rejas. ....</i>	<i>34</i>
<i>TABLA N°03. Cuadro de Comparativo de Evaluación, del Desarenador .....</i>	<i>35</i>
<i>TABLA N°04. Cuadro de Comparativo de Evaluación, del medidor de Caudal Parshall..... .....</i>	<i>36</i>
<i>TABLA N°05. Cuadro de Comparativo de Evaluación, de lagunas primarias. ....</i>	<i>37</i>
<i>TABLA N°06. Cuadro de Comparativo de Evaluación, de laguna facultativa .....</i>	<i>38</i>
<i>TABLA N°07. Comparación de Resultados de Muestras Ensayadas con el LMP De cada Parámetro .....</i>	<i>43</i>
<i>TABLA N°08. Eficiencia en la remoción de los parámetros DBO y SOLIDOS SUSPENDIDOS (SS) en el Sistema de Tratamiento de la Propuesta N°01 .....</i>	<i>50</i>
<i>TABLA N°09. Eficiencia en la remoción de los parámetros DBO y SOLIDOS SUSPENDIDOS (SS) en el Sistema de Tratamiento de la Propuesta N°02 .....</i>	<i>52</i>
<i>TABLA N° 10. Indicadores para los Criterios de Evaluación .....</i>	<i>53</i>
<i>TABLA N° 11. Criterio Técnico – Eficiencia del Tratamiento (Remoción). ....</i>	<i>54</i>

---

<i>TABLA N° 12. Criterio Técnico – Determinación de la Pendiente del Terreno .....</i>	<i>54</i>
<i>TABLA N° 13. Criterio Técnico – Nivel Freático .....</i>	<i>54</i>
<i>TABLA N° 14. Criterio Técnico – Distancia al Proyecto .....</i>	<i>54</i>
<i>TABLA N° 15. Criterio Económico – Costo por Implementación .....</i>	<i>55</i>
<i>TABLA N° 16. Criterio Social – Molestia por Malos Olores .....</i>	<i>55</i>
<i>TABLA N° 17. Criterio Social – Generación De Empleo En La Etapa De Construcción.....</i>	<i>55</i>
<i>TABLA N° 18. Criterios para la Evaluación de las Propuestas.....</i>	<i>56</i>

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene por principal objetivo Evaluar, diagnosticar y proponer una mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Tambo Real Nuevo, para ello la presente estuvo regido bajo el tipo de investigación aplicada, con un enfoque pre-experimental. Se contó con una población, la cual estuvo conformada por 1854 habitantes de la zona, posterior a ello se aplicaron a los mismos técnicas e instrumentos de recolección de datos, teniendo como técnica la encuesta y como instrumento de recolección de datos se utilizó el cuestionario, el cual permitió observar y conocer a grandes rasgos sobre la percepción de la población encuestada respecto a la infraestructura de la PTAR aguas residuales. Finalmente se llegó a la conclusión que no existe una adecuada cámara de rejillas para evitar el ingreso de los sedimentos ajenos a las aguas residuales, aunado a ello se tiene un pequeño desarenador trapezoidal en el ingreso de la planta de tratamiento, el cual no es suficiente para el caudal entrante; respecto a la determinación las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas residuales, los parámetros no cumplen con LMP que indica la normativa vigente, por último dentro de nuestras propuestas de mejoramiento se optó por la primera alternativa porque cuenta con un sistema de tratamiento eficiente.

## **ABSTRACT**

The main objective of this research work is to evaluate, diagnose and propose an improvement of the wastewater treatment plant in the town of Tambo Real Nuevo, for which the present was governed by the type of research applied, with a pre-existing approach. experimental. There was a population, which consisted of 1854 inhabitants of the area, after which they applied the same techniques and data collection instruments, using the survey technique and as a data collection instrument the questionnaire was used, which allowed to observe and to know broadly about the perception of the surveyed population regarding the infrastructure of the wastewater treatment plant Finally, it was concluded that there is no adequate chamber of bars to prevent the entry of sediments other than wastewater, coupled with it has a small trapezoidal sand trap at the entrance of the treatment plant, which is not enough for the incoming flow; Regarding the determination of the physicochemical and bacteriological properties of the wastewater, the parameters do not comply with the LMP indicated in the current regulations, and finally, within our proposals for improvement, the first alternative was chosen because it has an efficient treatment system..

# *CAPÍTULO I:*

## *Introducción*

---

## **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1.ASPECTOS INFORMATIVOS**

#### **1.1.1. TÍTULO:**

“EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, EN LA LOCALIDAD DE TAMBO REAL NUEVO EN EL DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DE SANTA - ANCASH”

#### **1.1.2. PERSONAL INVESTIGADOR**

##### **1.1.2.1.TESISTAS**

- Bach. ROSA HILDA MATTOS BEJAR
- Bach. JAIVER JENS REQUE VALQUI

##### **1.1.2.2. ASESOR**

- Mg. JENISSE FERNÁNDEZ MANTILLA

#### **1.1.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Según el Propósito o Finalidades Perseguidas:

##### **APLICATIVA**

Se especifica las propiedades importantes de los fenómenos que sean sometidos a análisis, se miden y evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno que se investiga y explica por qué ocurre el fenómeno y en qué condiciones se da éste.

### 1.1.4. UBICACIÓN

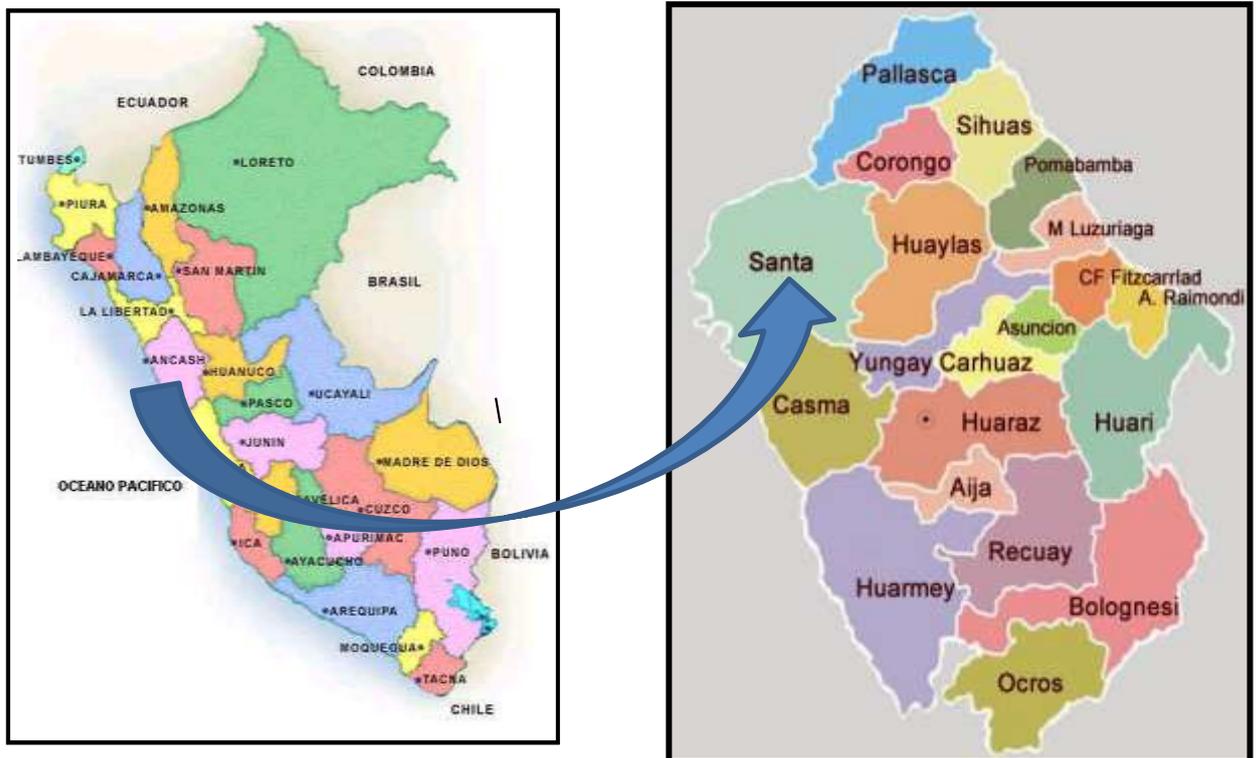
#### UBICACIÓN POLÍTICA

- LOCALIDAD : Tambo Real Nuevo
- DISTRITO : Chimbote
- PROVINCIA : Santa
- DEPARTAMENTO: Ancash

#### UBICACIÓN GEOGRÁFICA

- COORDENADAS UTM NORTE : 9007955.102
- COORDENADAS UTM ESTE : 765024.360
- ALTITUD : 48 m.s.n.m

#### MAPAS DE UBICACIÓN



## **1.2. PLAN DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. ANTECEDENTES**

Los sistemas de depuración de aguas residuales se remontan al pasado, donde encontraron instalaciones de alcantarillado en los diferentes lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades asirias. Siglos después se recuperó el hábito de construir desagües, por su gran mayoría por canales al aire o zanjas en la calle. Al comienzo se prohibió arrojar desperdicios en ellos, en el siglo XIX se llegó a permitir que la salud pública llegaría ser beneficiada si se eliminaban los desperdicios humanos por medio de los desagües para obtener su acelerada desaparición. (LAVERDE, 2009)

En la década de los 60 las palabras como contaminación del aire y agua pasaron a ser términos de uso común, la humanidad fue bombardeado por los medios de comunicación con la idea de que la humanidad estaba trabajando para su autodestrucción por medio de la contaminación del ambiente, con la finalidad de obtener un progreso material. (LUIS, 2016)

Un proceso de este tipo se desarrolló por Joseph Bazalgette entre 1859 y 1875 con el fin de derivar el agua de lluvia y las aguas residuales hasta la parte baja del Támesis, en Londres. Con la introducción del abastecimiento municipal de agua y la instalación de cañerías en las casas llegaron los inodoros y los primeros sistemas sanitarios modernos. Pese a que existían reservas en relación a estos por el desecho de recursos que suponían, los riesgos para la salud que planteaban y su costoso precio, fueron bastantes las ciudades que los construyeron. (Cristiano, 2011)

A inicios del siglo XX, algunas ciudades e industrias empezaron a reconocer que el despojo directo de desechos en los ríos provocaba problemas sanitarios. Con todo esto se hizo la construcción de instalaciones de depuración con la finalidad de usar esas aguas. Aproximadamente en aquellos mismos años se insertó la fosa séptica como un mecanismo para el sistema de las aguas residuales domésticas ya sea en las áreas suburbanas como en las rurales. (LAVERDE, 2009)

En el Perú, la municipalización de los servicios de agua y saneamiento no se obtuvo los resultados esperados: la administración de los servicios de saneamiento es deficiente. Por lo general se llega a producir agua necesaria como para atender convenientemente a la población; a pesar de que las carencias en la operación y mantenimiento de los procesos, los altos volúmenes de pérdidas de agua, los desperdicios producidos por los consumidores, los usos clandestinos y la baja cobertura de micro medición son designados como las principales causas para que el suministro no sea satisfactorio. Por otra parte, la infraestructura se desgasta muy rápido, por la falta de un mantenimiento previo y post construcción, cierta parte por la falta de importancia que se le da a este aspecto, además de las limitaciones de recursos económicos. (CEPIS, 2000)

La cooperación de las municipalidades en el cuidado de los servicios rurales es escasa, se presentó diferentes niveles, a partir de su exclusión, hasta el apoyo en la elaboración del expediente técnico y la integración en los procesos de planificación, financiamiento y supervisión de la construcción. (Espinoza, 2010)

En la década 1981-1990 se ha experimentado un incremento significativo en las coberturas de agua y saneamiento; con gran incidencia para el medio rural. Se destaca la importancia que ha tenido a disminuir la pérdida de saneamiento ya sea en el medio urbano como rural, que denota los esfuerzos por construir sistemas de alcantarillado y proyectos de letrización. Pero en el aspecto del tratamiento de aguas residuales los esfuerzos han sido mínimos. (Espinoza, 2010)

En el año 2008, la SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento) publicó el Diagnostico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución (en adelante Diagnostico 2008), se llegó a analizar la situación del tratamiento de las aguas residuales que eran manejadas por las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS), se determinar y referir las debilidades del sector saneamiento en relación con el tratamiento de aguas residuales y se indicaron propuestas de mejoramiento. (Loose, 2015)

Después de 7 años y habiendo invertido aproximadamente 21.000 millones de soles en el mejoramiento de la infraestructura de agua potable y alcantarillado en los años 2007-2013 según información del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2014), la SUNASS vio favorable contar con una información actual del estado de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) operadas en el ámbito de las EPS. Fue hecho por la SUNASS con la contribución de la Cooperación Alemana, implementada por la GIZ, a través de Proagua II y el Centro Internacional de la Migración – CIM. En él se recoge el estado actual de las PTAR en cuanto a su infraestructura, eficiencia de tratamiento, operación y mantenimiento, y se disponen propuestas de mejoramiento. (Loose, 2015)

Las visitas de campo las realizaron equipos de 1 o 2 profesionales de la Gerencia de Supervisión y Fiscalización de la SUNASS con la participación del personal operante de la EPS. Se supervisaron parámetros claves para estimar las condiciones de construcción y operación de las PTAR. Mediante un equipo móvil de medición de parámetros de pH, temperatura, oxígeno disuelto y de la DQO se llegaron a tomar datos importantes para la evaluación del estado operativo, valió como información adjunto para la evaluación de parámetros visuales y teóricamente calculados en relación con la carga de las PTAR. (Loose, 2015)

El estudio presenta estudios estadísticos de las distintas tecnologías de tratamiento en las PTAR; en el Perú se ha demostrado que la tecnología más usada son las lagunas facultativas. Por lo general, la tecnología de lagunas de estabilización (lagunas anaerobias, facultativas) sin sistemas de aireación representa el 75% de todas las PTAR. (Loose, 2015)

En el Departamento de Ancash el 52.66% de las viviendas no cuenta con desagüe por red pública. En la Provincia del Santa, Distrito de Chimbote, se encuentra ubicada la localidad Tambo Real Nuevo que tiene una población de 1854 habitantes, está consolidada sobre un valle, presentando en la zona del centro poblado una pendiente suave. (Ramos P. 2015)

El sistema de Alcantarillado Sanitario es una red de colectores que funciona por gravedad, el tratamiento de las aguas residuales existente se realiza mediante un sistema de cámara de rejillas, desarenador y un pequeño medidor de caudal Parshall y como disposición final la laguna de estabilización, esta laguna se encuentra ubicada en la entrada a la derecha del centro poblado. El agua tratada es descargada por una tubería de 6" al canal ubicado al costado de la laguna.

La población no servida por la red de alcantarillado representa el 10% de la población total, el sistema de evacuación alternativo más utilizado es pozo ciego o silo.

### **1.2.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA**

El problema identificado en las Plantas de tratamiento en su gran parte es el abandono, también por la baja eficiencia de las etapas de tratamiento. Esto se debe, por la falta o el escaso monitoreo que se tiene por parte de los entes administrativos, se obtienen eficiencias muy bajas y como resultado se generan resultados negativos en el medio ambiente.

Se sabe que en el año 2009 se ejecutó en la localidad de Tambo Real Nuevo el proyecto de Mejoramiento de agua potable y desagüe que incluía la construcción de un sistema de tratamiento de las aguas residuales, sin embargo en la primera visita realizada (Noviembre, 2016) se encontró la PTAR totalmente inoperativa toda el área que la comprende estaba árida reflejando que por mucho tiempo se encontraba en estado de abandono, tiempo después (Julio, 2017) se realizó otra visita encontrándose en funcionamiento pero con ciertas anomalías. Con ello se puede constatar que la contaminación, los riesgos de contraer enfermedades epidérmicas, la generación de malos olores y gases de las aguas residuales que es producida por producto de la descomposición de estas está latente en la zona.

Razón por la cual se plantea el siguiente problema para ser estudiado:

## **¿Cómo se realizará la Evaluación, Diagnostico y Propuestas de Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, en La Localidad de Tambo Real Nuevo en el Distrito de Chimbote, Provincia de Santa – Ancash?**

### **1.2.3. IMPORTANCIA**

La evaluación y diagnóstico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, es de gran importancia ya que con ello se garantizará su funcionamiento, así contribuiremos a proteger la salud pública, el medio ambiente, la flora y fauna del mismo entorno que rodea. Así también el agua que pasa por un tratamiento y ha sido purificada para su reutilización, se usará para irrigación de campos deportivos, parques, combatir incendios, como también se reutilizará para irrigar cultivos. Para lo cual se planteará la mejor alternativa para aquella que resulte más eficiente tanto en lo técnico como en lo económico, de tal forma que el efluente de sus aguas cumpla con lo establecido en la norma, que los límites máximos permisibles sean lo recomendable, es frecuente encontrar ineficiencias en la operatividad de las plantas de tratamiento de aguas residuales y en distintos casos parcialmente o en completo abandono.

### **1.2.4. OBJETIVO**

#### **1.2.4.1.OBJETIVO GENERAL**

Evaluar, diagnosticar y proponer una mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales, en la localidad de tambo real nuevo en el distrito de Chimbote, Provincia de Santa – Ancash

#### **1.2.4.2.OBJETIVO ESPECÍFICO**

- ❖ Evaluar los parámetros de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- ❖ Realizar el diagnóstico del estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales.

- ❖ Determinar las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas residuales en la zona de estudio.
- ❖ Determinar la topografía del terreno resaltando las características físicas y geográficas del terreno.
- ❖ Proponer la alternativa más adecuada en función de la viabilidad del espacio, desde el punto de vista técnico y económico de tal manera que la calidad de su efluente cumpla con los límites máximos permisibles establecidos por las normas.

### **1.2.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Mediante la evaluación, diagnóstico y propuesta se mejorara la planta de tratamiento de aguas residuales, en la localidad de Tambo Real Nuevo en el Distrito de Chimbote, Provincia de Santa – Ancash

### **1.2.6. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Se justifica la evaluación y diagnóstico de la actual Planta de Tratamiento de aguas residuales en la Localidad de Tambo Real Nuevo en el Distrito de Chimbote, Provincia de Santa – Ancash, sabiendo la problemática que la planta presenta, se tiene por finalidad mejorar la calidad del efluente que son utilizados para riego agrícola, así como ayudar en la mitigación de la malos olores producido por las aguas residuales estancadas en la planta y por último parar la contaminación de la flora, fauna, suelo y agua de las zonas de influencia, así como en la disminución de mosquitos abundantes en la zona debido a las aguas estancadas.

### **1.2.7. VARIABLES**

#### **1.2.7.1.VARIABLE INDEPENDIENTE**

Evaluación y diagnóstico de la actual planta de tratamiento de aguas residuales.

#### **1.2.7.2.VARIABLE DEPENDIENTE**

Propuestas de mejoramiento de la Planta de Tratamiento de aguas residuales.

## 1.2.8. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

### Diseño Pre – Experimental:

El presente estudio demanda empleo del diseño de investigación pre-experimental, tal y como lo confirma Hernández, et al (2014), quien postula que un diseño pre-experimental son propios de la investigación cuantitativa. Requiere la manipulación intencional de una acción (variables) para analizar sus posibles efectos.

### G: X O

#### Dónde:

- G** : Localidad de Tambo Real Nuevo en el Distrito de Chimbote, Provincia de Santa – Ancash.
- X** : Evaluación y Diagnóstico de la actual Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- O** : Propuestas de mejoramiento desde el punto de vista técnico, Económico y ambiental de la Planta de Tratamiento de aguas residuales.

## 1.2.9. ESTRATEGIA DE TRABAJO

### 1.2.9.1. MÉTODO DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación, se realizará recopilando la información y tomando datos mediante observación directa en campo como método y técnica, para su posterior análisis y aplicación y así obtener los datos y resultados más precisos posibles.

La obtención de la información de la comunidad (autoridades vecinales y población en general), se realizará mediante entrevista directa y por ultimo para la obtención de los parámetros hidráulicos, se realizó la técnica de partición activa del investigador.

### 1.2.9.2. POBLACIÓN MUESTRAL

Centro Poblado de Tambo Real Nuevo en el Distrito de Chimbote, Provincia de Santa – Ancash.

# *CAPÍTULO II:*

## *Marco Teórico*

---

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. NATURALEZA DEL AGUA RESIDUAL**

#### **Agua Residual**

Estas aguas por las características que tienen fueron cambiadas por actividades humanas y que por su calidad necesitan un tratamiento previo, antes de ser reutilizadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado” (OEFA, 2014, p.6).

Estas aguas que se encuentran contaminadas con heces y orina de humanos o de animales. Las aguas residuales más comunes corresponden a:

#### **2.1.1. Aguas Residuales Domésticas (aguas servidas)**

“Las aguas residuales son aquellas que se han usado para cualquier proceso y se ha modificado su calidad. Pueden incluir cualquier tipo de aguas que van a parar al drenaje público” (Moran, 2014, p.2).

Entonces las aguas residuales de tipo domésticas son las que provienen de los núcleos de las zonas comerciales, la población, de lugares recreativos y públicos. Sin tener en cuenta su origen, estas aguas tienen aproximadamente la misma composición. Las aguas residuales de tipo doméstico pueden ir acompañadas de aguas residuales industriales, si se tienen industrias que viertan sus aguas al drenaje público, por tanto; ya cambia la composición de las aguas y ya no se incluyen dentro de la clasificación de aguas residuales domésticas. (Moran, 2014, p.2)

Las aguas residuales domésticas incluyen residuos que son provenientes cocinas, lavanderías, baños, regaderas, que van al drenaje público y se envían a algún sitio de disposición final. Son una combinación con contaminantes orgánicos e inorgánicos tanto en material en suspensión como disueltos. (Moran, 2014, p.2)

### **2.1.2. Aguas Residuales Industriales (residuos industriales líquidos)**

Son aguas que se originan de los procesos industriales, la cantidad y composición de ellas es variable, dependiente de la actividad productiva y de otros factores (calidad de la materia prima, tecnología empleada, etc.). Por lo que estas aguas pueden cambiar a partir aquellas con alto contenido de materia orgánica biodegradable (industria de alimentos, mataderos), otras con materia orgánica y compuestos químicos (industria de celulosa, curtiembre) y por ultimo industrias donde las aguas residuales contienen sustancias inorgánicas u orgánicas no degradables (minerías, textiles, químicas, metalúrgicas). (Universidad de Piura, 2014, pág. 1)

## **2.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES**

“Estas características de las aguas residuales son datos importantes para el tipo de tratamiento, también para la gestión técnica de la calidad ambiental” (Universidad de Piura, 2014, pág. 2).

### **2.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:**

#### **2.2.1.1. Temperatura**

La temperatura del agua residual es superior que a la del abastecimiento, esto como resultado del ingreso de agua caliente derivado de las descargas domésticas. Esta medición es significativa porque en los sistemas de tratamiento hay procesos biológicos que están sujetos a la temperatura. (Moran, 2014, p.4)

#### **2.2.1.2. Turbidez**

La turbidez como capacidad de las propiedades de la dispersión de la luz en el agua, usada para exponer la calidad de las aguas naturales y residuales tratadas haciendo la comparación adecuada al material en suspensión. El cálculo que se realiza es por comparación de la intensidad de luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por suspensión de contraste en las mismas condiciones. (Moran, 2014, p.3)

### **2.2.1.3. Color**

El color es un indicativo del tiempo que tiene las aguas residuales.; Suele ser gris cuando el agua residual es reciente, aunque, los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, por lo que se llega a reducir el oxígeno disuelto en el agua residual y el color cambia a negro. (Universidad de Piura, 2014, pág. 2)

El color es utilizado para evaluar el estado frecuente en la que se encuentra el agua residual. Como ejemplo, si se tiene un color café claro aproximadamente son 6 horas después de haber una descarga, de lo contrario si se tiene un color gris claro es cuando el agua residual tienen un lapso breve en los sistemas de recolección o ya ha sufrido un grado de descomposición . (Moran, 2014, p.4)

### **2.2.1.4. Olor**

El olor se debe a los gases producidos en la descomposición de la materia orgánica, principalmente, a la presencia de ácido sulfhídrico y otras sustancias volátiles. Se tiene un olor desagradable cuando el agua residual es reciente, pero más tolerable que el del agua residual séptica. (Universidad de Piura, 2014)

Cuando

### **2.2.1.5. Sólidos Totales**

Son residuos que permanecen una vez que la parte líquida se ha evaporado y el resto se ha secado a peso constante a 103 °C aproximadamente. Se diferencian entre sólidos disueltos y no disueltos al evaporar muestras de aguas residuales filtradas y sin filtrar, con el propósito de especificar mejor los residuos se puede mantener a 550°C durante 15 minutos. En el cual se considera que el material volátil es una medida del contenido orgánico y las

cenizas que se obtienen representan los sólidos inorgánicos. (Universidad de Piura, 2014)

“Estos sólidos totales presentes en el agua residual se clasifican según su presentación o tamaño en sólidos filtrables y sólidos suspendidos” (Universidad de Piura, 2014).

#### **2.2.1.6. Sólidos Suspendidos**

Los sólidos suspendidos se definen como la medida de los sólidos sedimentables donde pueden ser retenidos en un filtro y que no se disuelven. El valor obtenido de estos se puede realizar pesando el residuo que quede en el filtro luego de secarlo, tienen un gran repercusión donde las aguas sean utilizadas para una fase con calderas, conducción, equipo. (Rigola, M., 1990)

Los impactos que este tipo de material ocasiona, se puede dar a conocer que al degradarse podrían ocasionar productos secundarios muy perjudiciales y los elementos que se encuentren biológicamente activos pueden ser agentes tóxicos o causantes de enfermedades, proveen superficies de adsorción para agentes químicos y biológicos, son poco estéticos son desagradables a la vista lo cual tiene un impacto paisajístico. (Campos, I., 2003).

#### **2.2.1.7. Sólidos Filtrables**

Los sólidos filtrables se componen de sólidos coloidales y disueltos. La parte coloidal consiste en partículas con un diámetro aproximadamente que oscila entre  $10^{-3}$   $\mu$  y 1  $\mu$ ; esta parte no puede anularse por sedimentación. La fracción de sólidos disueltos está compuesta por moléculas orgánicas e inorgánicas. (Universidad de Piura, 2014)

## **2.2.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Los compuestos químicos dentro de las aguas residuales se clasifican en orgánicos e inorgánicos. Los compuestos orgánicos no pueden ser clasificados de manera separada; son importantes en el tratamiento, vertido y reutilización de aguas residuales de igual forma los compuestos orgánicos específicos. En el caso de los compuestos inorgánicos incluyen elementos individuales y gran abundancia de nitratos y sulfatos. Los compuestos inorgánicos de gran interés están comprendidos por compuestos metálicos, no metálicos y gases. (Crites R. & Tchobanoglous G., 2000)

“Las características químicas estarán dadas, en función de los desechos que ingresan al agua servida” (Universidad de Piura, 2014).

### **2.2.2.1. Materia Orgánica**

Está compuesta en un 90% por proteínas, carbohidratos, grasas y aceites provenientes de heces y orina de seres humanos o animales, restos de alimentos y detergentes. Estos contaminantes pueden ser transformados en compuestos simples por la acción de microorganismos naturales que están presentes en el agua, cuyo progreso se favorece de las condiciones de nutrientes y temperatura de las aguas residuales domésticas. (Universidad de Piura, 2014)

“El agua residual contiene pequeñas cantidades de moléculas orgánicas sintéticas entre ellas tenemos pesticidas, agentes tensos activos y fenoles usados en la agricultura” (Universidad de Piura, 2014).

### **2.2.2.2. Materia Inorgánica**

“Se incluyen en este grupo todos los sólidos de origen mineral, como son arcillas, arenas, sales minerales, lodos, y gravas no biodegradables” (Universidad de Piura, 2014).

#### **2.2.2.3. Gases**

“Las aguas residuales contienen muchos gases con distinta concentración” (Universidad de Piura, 2014).

Se hallan gases disueltos como amoníaco, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, metano y oxígeno, esto con el fin de ayudar en la operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Las mediciones de oxígeno disuelto y amoníaco se harán para tener un monitoreo y control los sistemas que puedan tener un tratamiento biológico aerobio. (Crites R. & Tchobanoglous G., 2000)

#### **2.2.2.4. Oxígeno disuelto**

Es uno de los parámetros para la medición de la calidad del agua, este oxígeno llega a disolverse a una concentración de 7 a 9 mg/L aproximadamente. Una prueba clave en la contaminación del agua es el análisis de oxígeno disuelto, también en el monitoreo del sistema de tratamiento de aguas residuales. En aguas industriales, el oxígeno disuelto tienen un interés fundamental es se debe a su relación con la reacciones de corrosión. Asimismo, en el agua de alimentación pueden provocar una corrosión severa y cantidades pequeñas de oxígeno en el agua de la caldera. (UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO, 2013)

#### **2.2.2.5. Ácido sulfhídrico**

“Se produce por la descomposición de la materia orgánica que contiene azufre o por la reducción de sulfitos y sulfatos minerales. Es evidente por los olores que genera, es una prueba del estado y evolución de un agua residual” (Aguila V. & Zamora P., 2016).

#### **2.2.2.6. Anhídrido carbónico**

“Se genera en la fermentación de los compuestos orgánicos de las aguas residuales negras” (Aguila V. & Zamora P., 2016).

#### **2.2.2.7. Metano**

“Se genera en la descomposición anaerobia de la materia orgánica por la disminución bacteriana del CO<sub>2</sub>” (Aguila V. & Zamora P., 2016).

#### **2.2.2.8. Otros gases**

Se obtienen además gases malolientes, como ácidos grasos volátiles y diferentes derivados del nitrógeno. (Orton, s.f)

### **2.2.3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS**

“Estas características están definidas por la clase de microorganismos presentes en el agua, entre los cuales tenemos” (Aguila V. & Zamora P., 2016):

#### **2.2.3.1. BACTERIAS**

Juegan un papel fundamental en la descomposición y estabilización de la materia orgánica. Se clasifican en base a su metabolismo, en heterótrofas y autótrofas. Las bacterias autótrofas son las que se nutren de compuestos inorgánicos, estos toman la energía suficiente para sus biosíntesis a partir de la luz (bacterias fotosintéticas: familia *Thiorhodaceae*, *Chlorobiaceae*) o a partir de ciertas reacciones químicas (bacterias quimio sintéticas: *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Hydrogenomonas*, *Thiotrix*). En el sistema biológico de las aguas residuales, las bacterias heterótrofas llegan a constituir el grupo más trascendente, por su necesidad de compuestos orgánicos para el carbono celular. Las bacterias autótrofas y heterótrofas se podrán dividir, en anaerobias, aerobias, o facultativas, según su necesidad de oxígeno. (Aguila V. & Zamora P., 2016)

- ***Bacterias anaerobias***

“Estas bacterias consumen oxígeno de los sólidos inorgánicos y orgánicos y la presencia de oxígeno disuelto no les permite subsistir. Los procesos que provocan son

anaerobios, por el contenido de malos olores” (Aguila V. & Zamora P., 2016).

- ***Bacterias aerobias***

Son las que necesitan oxígeno originados del agua para su respiración y alimento. El oxígeno libre (molecular) del agua sirve como sustento al oxígeno disuelto, y las degradaciones y descomposiciones que ocasiona acerca de la materia orgánica son procesos aerobios, que son identificados por la falta de malos olores. (Aguila V. & Zamora P., 2016)

- ***Bacterias facultativas***

“Algunas bacterias tanto aerobias como anaerobias llegan a adaptarse al medio opuesto, quiere decir, las aerobias a medio sin oxígeno disuelto y las anaerobias a aguas con oxígeno disuelto” (Aguila V. & Zamora P., 2016).

- ***Bacterias coliformes***

“Bacterias que es adecuado como indicadores de contaminantes y patógenos. Son generalmente halladas en el tracto intestinal de los seres humanos y otros animales de sangre caliente. Las bacterias coliformes comprenden los géneros *Escherichia* y *Aerobacter*” (Aguila V. & Zamora P., 2016).

#### **2.2.3.2. ALGAS**

“En los estanques de estabilización, son de gran importancia ya que producen oxígeno por medio del mecanismo de la fotosíntesis” (Aguila V. & Zamora P., 2016).

Las algas, necesitan compuestos inorgánicos para reproducirse. Además del anhídrido carbónico, los nutrientes necesarios son el nitrógeno y el fósforo. También son de gran valor vestigios de diferentes elementos (oligoelementos) tales como hierro, cobre, etc. Estas algas presentan el inconveniente de reproducirse muy

rápido, esto se debe al enriquecimiento del agua (eutrofización). (Aguila V. & Zamora P., 2016)

“Los tipos mayor importancia de algas de agua dulce son: verdes (*Chlorophyta*), verdes móviles (*Volvocales euglenophyta*), verdiamarillas o marrón dorado (*Chrysophyta*) y verdiazules (*Cyanophyta*)” (Aguila V. & Zamora P., 2016).

#### **2.2.4. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)**

“Este parámetro es la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar químicamente los materiales orgánicos que están presentes en una muestra de agua. Esta oxidación degrada el material orgánico biodegradable y no biodegradable” (Arroyo & Bermudez, 2015).

Se considera como medida aproximada de la Demanda Teórica de Oxígeno considerando su función en los compuestos tomadas de la muestra, con esta aproximación será mejor o peor. Como ejemplo tenemos que los hidrocarburos aromáticos no se pueden oxidan en su totalidad, de lo contrario de sustancias orgánicas que son muy volátiles que pueden escapar por evaporación y se puede ocasionar oxidación de sustancias inorgánicas como los cloruros y sulfuros. (Mendoza, Montañés & Palomares, 1998)

#### **2.2.5. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)**

El DBO se utiliza como una medida de la cantidad de oxígeno suficiente para la oxidación de la materia orgánica biodegradable de una muestra y como respuesta de la oxidación bioquímica aerobia. En las aguas residuales es el resultado de tres tipos de materiales materia orgánica que es usado como fuente de alimentación, nitrógeno oxidable y de compuestos químicos reductores presentes de las reacciones dentro del cuerpo de agua (Ramalho, 1993).

Al tener una gran cantidad de desechos orgánicos en el agua, crece la probabilidad de tener más bacterias presentes trabajando en la descomposición, entonces la demanda de oxígeno será más alta, esto crece el nivel de DBO. Si se tienen niveles altos de DBO el oxígeno disuelto

disminuye ya que el oxígeno que está apto es usado por las bacterias en los diferentes procesos internos del cuerpo de agua, es afectada a los restantes organismos porque contienen menos oxígeno útil para sus procesos biológicos (IICA, 2000).

El parámetro de polución orgánica más usada y efectivo a las aguas residuales y superficiales es la DBO a los 5 días (DBO5). Supone esta comprobación la medida del oxígeno disuelto usado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de materia orgánica biodegradable. (Valderrama, 1999)

La medida de la DBO es notable en el tratamiento de aguas residuales y para la gestión técnica de la calidad de agua ya que se usa para hallar la cantidad próxima de oxígeno que se requieran para estabilizar biológicamente la materia orgánica. (Valderrama, 1999)

#### 2.2.6. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EFLUENTES DE PTAR (LMP)

Según las Normas Legales del Estado, el DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM valida los Límites Máximos Permisibles para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Domésticas o Municipales.

**TABLA 01:** Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de PTAR

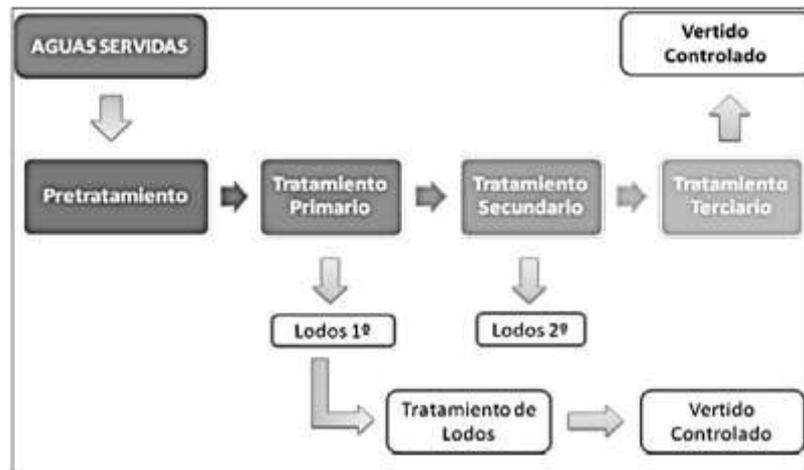
PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

**FUENTE:** Decreto Supremo N°003-2010 – MINAM

### 2.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

“El tratamiento de aguas residuales se refiere a una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que su objetivo es eliminar los contaminantes que están presentes en el agua efluente del uso humano” (García, 2015).

El Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) y la Norma OS. 090 del Reglamento Nacional de Edificaciones llegan a clasificar las etapas del tratamiento de aguas residuales de la siguiente forma:



**FIGURA N° 01:** Secuencia completa de tratamientos de aguas residuales domésticas por Lodos Activado.

**FUENTE:** El Fondo Nacional del Ambiente (FONAM, 2010)

#### 2.3.1. PRE TRATAMIENTO

Sirve para remover sólidos grandes (gruesos) que flotan o están suspendidos. Estos sólidos gruesos se refieren generalmente al papel, plásticos, trapos, y otros desechos sólidos que pueden entrar al sistema de alcantarillado. Con este sistema se pretende eliminar también sólidos inorgánicos pesados, los que llaman cuerpos arenosos, que entran al alcantarillado por las conexiones y los pozos de inspección y equivale generalmente de arena y otros sólidos que tienen una gravedad específica alrededor de 2.5. (Prieto, 2016)

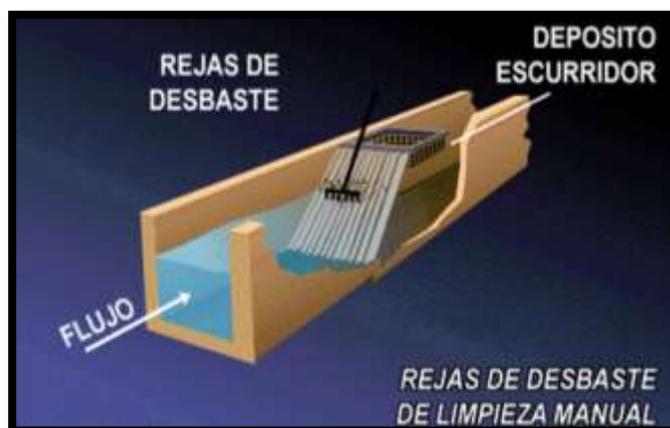
En el pre-tratamiento se eliminan grandes objetos que puedan dañar o perjudicar el equipo, como el cribado, las rejillas y los desarenadores. La finalidad de esta etapa de tratamiento es preparar el agua residual a fin esta

pueda pasar a los siguientes procesos de tratamiento sin dañar la operación de los mismos. Se incluye también a la flotación como pretratamiento para remover las grasas y aceites (Metcalf y Eddy, 2004).

### 2.3.1.1. REJILLAS

Se utiliza para eliminar los sólidos en suspensión de distintos diámetros. La distancia de las rejillas va depender del objeto que tengan estas, y la limpieza puede aplicarse ya sea de forma manual o mecánica. El material obtenido se clasifica en finos y gruesos. (Ramalho, 1993)

Para la separación de sólidos gruesos se usan rejillas ubicadas transversalmente al flujo. Al ingresar el agua, el material grueso queda retenido en el enrejado. El material será retirado de forma manual con un rastro y enterrado a diario. La variación de la cantidad de material retenido depende de la abertura entre las barras de las rejillas. Estudios realizados en Brasil y Perú se encontró cantidades de sólidos gruesos retenidos entre 0.008 y 0.038 m<sup>3</sup>/1,000m<sup>3</sup> en rejillas con aberturas entre 20 a 50mm. Los sólidos flotantes y gruesos dan como consecuencia a problemas negativos en la operación de las lagunas: ayudaran la formación de nata que produce malos olores, favorecen como un foco para la reproducción de insectos, y pueden producir diversas condiciones muy desagradables a la vista. (Prieto, 2016)



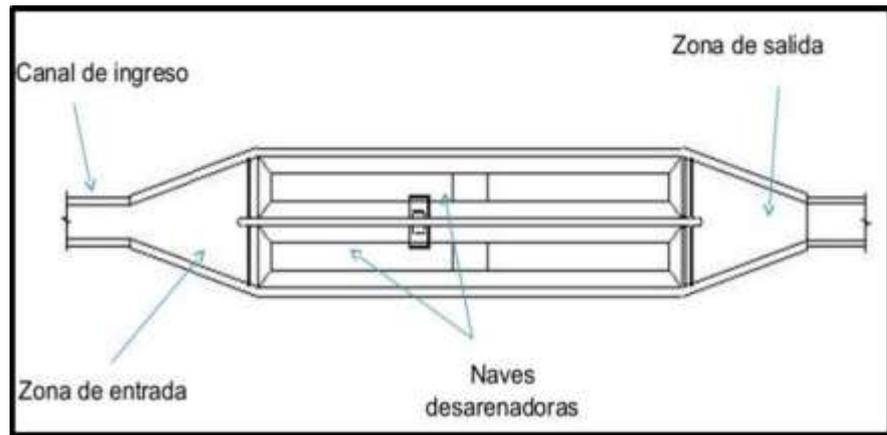
**FIGURA N° 02:** Esquema de desbaste de los residuos de un agua residual

### **2.3.1.2. DESARENADORES**

Es la etapa que generalmente se usa o es la más usada para retirar la arena es el de tipo rectangular de flujo horizontal, dado que los elementos principales son sólidos como arenas, cenizas y grava. Pueden proporcionar problemas de operación ya que pueden alcanzar a acumularse por tuberías de entrada provocando una obstrucción de la misma. Este proceso está se conforma por una caja o canal, donde los sólidos o partículas se desprenden del líquido por gravedad (Salazar, 2003).

Las aguas residuales están compuesto por concentraciones significativas de sólidos inorgánicos como arena, ceniza y grava donde tienen una gravedad específica entre 1.5 a 2.65; por convención se llaman a estos "sólidos arenosos". Estos sólidos arenosos son provenientes del alcantarillado y su cantidad producida es muy variable y depende de diversos factores tales como tasa de infiltración al alcantarillado, el tipo de suelo, la condición del colector, la topografía, y el porcentaje de las calles pavimentadas. También la cantidad varía entre la época seca y la época lluviosa. (Cerezo, 2011)

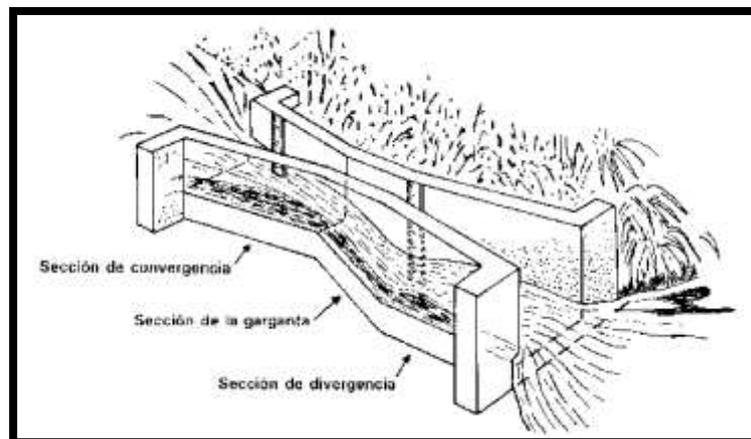
Uno de las principales causas son los cortocircuitos hidráulicos con mal funcionamiento del sistema debido a que si los sólidos arenosos entran a una laguna, pueden llenar la entrada de la laguna primaria, donde evitan la mezcla del afluente con el contenido de la laguna. Pueden causar también malos olores y contribuir al volumen de lodos que llena una laguna primaria, donde sería necesario que la laguna pudiera necesitar limpieza con más frecuencia. La forma peculiar de remover los sólidos arenosos es por medio de desarenadores horizontales, donde se recomienda su utilización en todos los sistemas con lagunas. (Cerezo, 2011)



**FIGURA N° 03:** Esquema de un desarenador del agua residual

### 2.3.1.3. MEDIDOR DE CAUDAL

Este elemento se usa para medir caudales en las PTAR, es uno de los aforadores críticos más frecuente, introducida en 1920 por R.L. Parshall. Es recomendable requerir este tipo de sistema sobretodo prefabricadas en el diseño y generalmente no canaletas de concreto por los problemas ya sea de calibración y/o construcción. La canaleta se basa de una contracción lateral que forma la garganta (W), y de una caída o desnivel brusco en el fondo, en la longitud que corresponde a la garganta, seguida por una elevación gradual coincidente con la parte divergente. El aforo se hace con base en las alturas de agua en la sección convergente y en la garganta, leída a través de piezómetros laterales. (Builes, 2010)



**FIGURA N° 04:** Canal de Aforo Parshall  
**FUENTE:** Scott y Houston 1959

## **2.3.2. TRATAMIENTO PRIMARIO**

La finalidad del tratamiento primario es remover o eliminar los distintos contaminantes que pueden sedimentarse, como los sólidos sedimentables y algunos sólidos suspendidos, o también aquellos que pueden flotar como las grasas. (METCALF & EDDY, 1986)

### **2.3.2.1. TANQUE IMHOFF**

Está conformada por un tanque de dos pisos donde la sedimentación se da en el compartimiento superior y la digestión y acumulación de lodos en el compartimiento inferior, este proceso se utiliza para tratamiento para aguas provenientes de zonas residenciales. Las ventajas principales de este sistema es que su operación es sencilla, no necesitan mantenimiento continuo y solo necesita de la remoción de espuma de manera diaria y hacer una inversión del flujo dos veces por mes para lograr una distribución uniforme de los sólidos en ambos extremos del digestor. (Crites R. & Tchobanoglous G., 2000)

Se define como tanque Imhoff a la unidad de tratamiento primario que tiene como fin la remoción o eliminación de sólidos suspendidos. Son apropiados para ciudades pequeñas de 5000 habitantes a menos y para comunidades que no necesiten una atención constante y cuidadosa. Los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la digestión de los lodos sedimentados y sedimentación del agua en la misma unidad, por lo que también se les llama de doble cámara. (Canto, 2016)

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos:

- Cámara de sedimentación
- Cámara de digestión de lodos
- Área de ventilación y acumulación de natas.

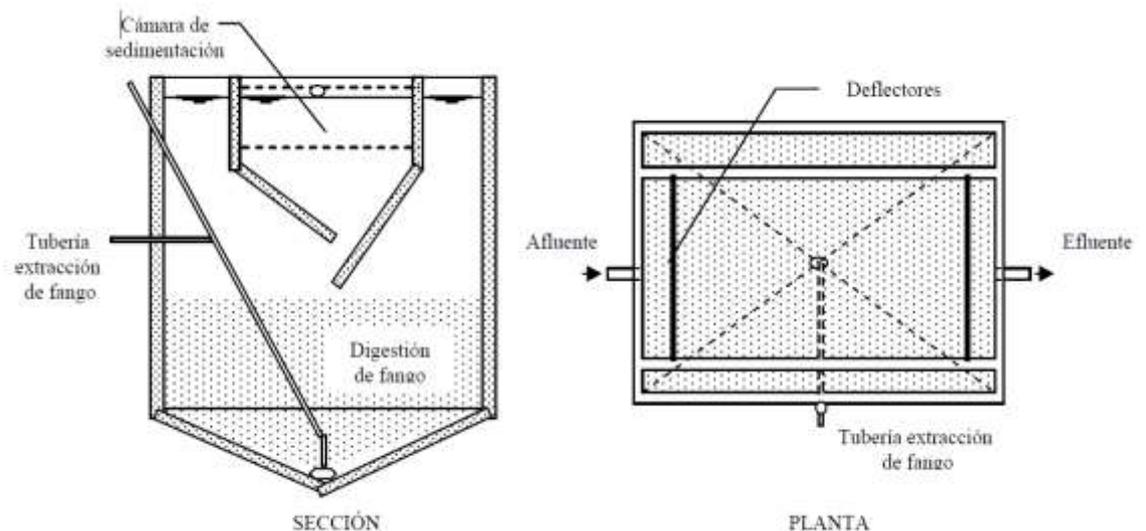
“El tanque Imhoff elimina del 40% al 50% de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35%” (Canto, 2016).

Los lodos acumulados en el digestor se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y dispone de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de los suelos. (Canto, 2016)

“Para su construcción se necesita poco terreno en comparación con las lagunas de estabilización” (Canto, 2016).

### **Desventajas:**

Son estructuras profundas (>6m). El fluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica. En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento será correcto, por lo que deberá estar instalado alejado de la población. (Canto, 2016)



**FIGURA N° 05:** Esquema de un Tanque Imhoff

#### **2.3.2.2.1. DISEÑO DEL TANQUE IMHOFF**

Para Canto (2016), el dimensionamiento de tanque imhoff, se toma de acuerdo a los criterios de la Norma OS090 “Planta de tratamiento de aguas residuales” del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se puede señalar que el tanque imhoff típico tiene una forma rectangular y se divide en tres compartimientos:

- a. Cámara de sedimentación
- b. Cámara de digestión de lodos
- c. Área de ventilación y cámara de natas.

“Además de estos compartimientos se tendrá que diseñar el lecho de secados de lodos” (Canto, 2016).

### Diseño del sedimentador

- ✓ **Caudal de diseño, m<sup>3</sup> / Hora**

$$Q_p = \frac{\text{Poblacion} \times \text{Dotacion}}{1000} \times \% \text{Contribucion}$$

Dotación, en litro/hab/día.

- ✓ **Área del sedimentador (As, en m<sup>2</sup>)**

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

Dónde: Cs: Carga superficial, igual a 1 m<sup>3</sup> / (m<sup>2</sup>\*hora)

- ✓ **Volumen del sedimentador (Vs, en m<sup>3</sup>)**

$$V_s = Q_p * R$$

**R:** Periodo de retención hidráulica, entre 1,5 a 2,5 horas (recomendable 2 horas)

“El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal tendrá de 50° a 60°” (Canto, 2016).

“En la arista central se dejara una abertura para paso de los sólidos removidos hasta el digester, esta abertura será de 0,15 a 0,20 m” (Canto, 2016).

Uno de los lados deberá prolongarse, de 15 a 20 cm, de forma que se pueda impedir el paso de gases y sólidos desprendidos del digester hasta el sedimentador, situación que disminuirá la capacidad de remoción de sólidos en suspensión de esta unidad de tratamiento. (Canto, 2016)

✓ **Longitud mínima de vertedero de salida ( $L_v$ , en m)**

$$L_v = \frac{Q_{\max}}{Ch_v}$$

Dónde:

$Q_{\max}$ : Caudal máximo diario de diseño, en  $m^3/\text{día}$ .

$Ch_v$ : Carga hidráulica sobre el vertedero, estará entre 125 a 500  $m^3/(m/\text{día})$ , (recomendable 250) (Canto, 2016)

### 2.3.2.2. TANQUES DE SEDIMENTACIÓN O TANQUE SÉPTICO

Este tratamiento tiene como finalidad eliminar arenas, grasas, aceites, materia en suspensión o cualquier otro sólido suspendido que estén presentes en el afluente de entrada. Las medidas que se establecen de eficiencia consisten en la remoción de los sólidos suspendidos, altura adecuada, tiempo de retención y tipo de sección transversal del tanque. (VILLELA, 2014)

La ventaja de este tratamiento se debe a que es de fácil operación y de bajo costo, a pesar de sus niveles de eficiencia no alcanzan para cumplir con las normas de calidad de agua. Este tipo de tratamiento debería remover la mitad de los sólidos suspendidos del agua residual tratada, la bioxidación se considera despreciable. (VILLELA, 2014)

La gran parte de las sustancias en suspensión y disolución en las aguas residuales no pueden retenerse, esto se debe a su finura o densidad, en las rejillas y desarenadores. Por tanto se recurre a la sedimentación que es la separación de un sólido del seno de un líquido por efecto de la gravedad. . (Perez, 2015)

La decantación se puede producirse disminuyendo la velocidad de circulación de las aguas residuales, con lo que en suspensión se van depositando en el fondo del sedimentador. Se realiza en tanques rectangulares o cilíndricos en el cual se remueve cerca del 65% de los sólidos suspendidos y el 35% de la DBO presente en las aguas residuales. Los lodos producidos están compuestos por partículas orgánicas. (Perez, 2015)

Los lodos de un sedimentador primario son distintos a los lodos de un desarenador porque son un tipo inorgánico. Las grasas y espumas que se llegan a formar sobre la superficie del sedimentador primario son removidas por medio de rastrillos que ejecutan un barrido superficial continuo. Los lodos que son sedimentados en un sedimentador primario son llamados lodos primarios, en la que se recogen del fondo con rastrillos que después son sometidos a una digestión. (Perez, 2015)

### **2.3.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO**

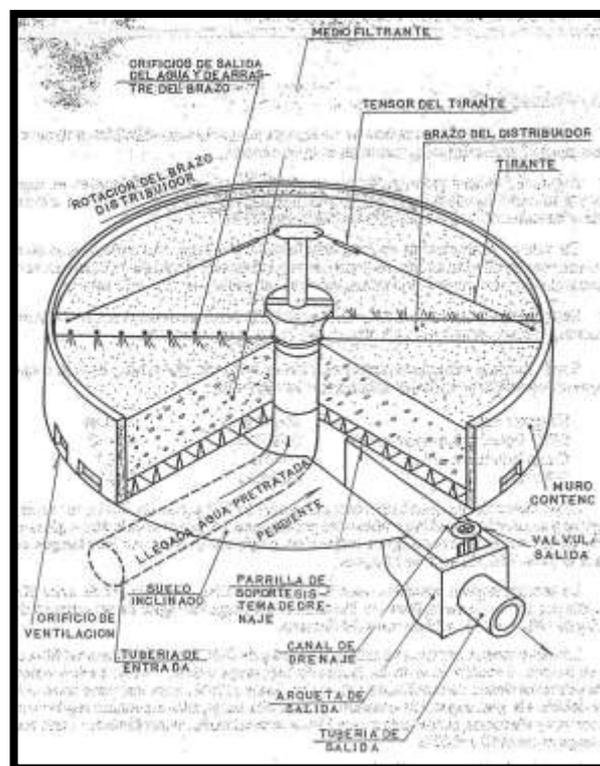
Se refiere a los procesos biológicos que están encargados de eliminar la materia orgánica biodegradable y sólidos suspendidos. Los procesos más utilizados en este tratamiento son los lodos activados, los filtros percoladores, las lagunas de estabilización, los biodiscos y los humedales. (Metcalf y Eddy, 2004)

Este tratamiento puede remover aproximadamente un 85% de la DBO y los sólidos suspendidos, sin embargo no puede remover ciertas cantidades significativas de nitrógeno y fósforo, metales pesados y bacterias patógenas. En el tratamiento secundario de tipo biológico, la materia orgánica es usada como alimento de los microorganismos tales como hongos, bacterias, protozoos, etc, de tal forma que ésta es transformada en CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y un nuevo material celular. (Universidad de Piura, 2014)

### 2.3.3.1. FILTROS PERCOLADORES

Es una cama de grava en el que se rocían las aguas negras pre-tratadas. En este proceso, los microorganismos se pegan al fondo del lecho y generalmente forman una capa biológica referente esté. Mientras que las aguas negras se percolan por el medio, los microorganismos digieren y eliminan los contaminantes del agua. (Dueñas, 2015)

Los filtros percoladores se diseñaran de tal forma que se disminuya al más mínimo el uso de equipo mecánico. Por eso se preferirá las siguientes opciones: lechos de piedra, distribución del efluente primario (tratado en tanque Imhoff) a través de boquillas o mecanismos de brazo giratorio autopropulsados, sedimentadores secundarios sin mecanismo de barrido (con tolvas de lodos) y retorno del lodo secundario al sistema de tratamiento primario. El tratamiento anterior a los filtros percoladores será: cribas, desarenadores y sedimentación primario. (Dueñas, 2015)



**FIGURA N° 06:** Esquema de un Filtro Percolador

### 2.3.3.2. FILTROS BIOLÓGICOS

“Un filtro biológico consiste en un tanque, generalmente hecha de concreto, como material filtrante contiene grava o piedra redonda” (Mariscal, 2009).

Se usa para seguir el tratamiento iniciado ya sea por tanques imhoff o cámaras sépticas. El agua entra por el fondo a través de placas perforadas y sube por diversos espacios vacíos del material filtrante y en este se llega a formar una capa de organismos que descompone la materia orgánica. Por medio de canaletas instaladas en la parte superior del filtro es recogida el agua residual filtrada. (Mariscal, 2009)

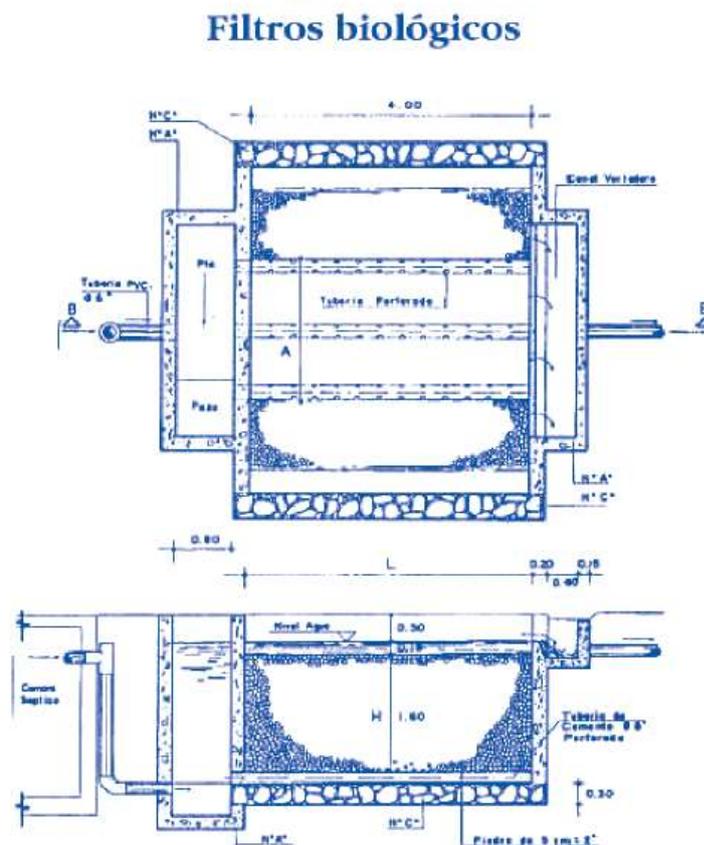


FIGURA N° 07: Esquema de Filtro Bilógico

# *CAPÍTULO III:*

## *Materiales y Métodos*

---

---

## **CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Investigación Proyectiva

Se trabajó con la siguiente relación:

- Propuesta-Proceso Causal-Evento a modificar.

### **3.2. UNIVERSO O POBLACIÓN**

Localidad de Tambo Real Nuevo en el Distrito de Chimbote, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, está conformado por un total de 1854 habitantes.

### **3.3. DISEÑO Y CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA**

Fueron los parámetros de diseño utilizados en la construcción de la planta de tratamiento, así también la población en sí misma, que permitió diagnosticar el estado actual de la planta respecto a la calidad de efluente y afluente, se obtuvo una población muestral de 272 pobladores calculado mediante la Ecuación Estadística para Proporciones Poblacionales.

### **3.4. ESTRATEGIA DE ESTUDIO**

- Se solicitó el permiso a las autoridades correspondientes con la finalidad de tener acceso total a la zona objeto de estudio.
- Se tomó muestras de agua y el suelo, con la finalidad de verificar sus estados.
- Se aplicó fichas de observaciones y check list para realizar el diagnóstico de la estructura actual de la planta de tratamiento.
- Se aplicó encuestas a la población con la finalidad de diagnosticar el estado actual del efluente y afluente.
- Posterior al diagnóstico realizado se identificó los puntos débidos de la estructura de la planta de tratamiento con la finalidad de proponer y diseñar una óptima propuesta para mejorar dicha planta.

### **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.5.1. TÉCNICA**

##### **3.5.1.1. ENCUESTA**

Se utilizó para la obtención información de la población de estudio por medio de una serie de enunciados representados por una escala de pesos. Para el caso la población estuvo conformada por los 272 pobladores de la localidad de Tambo Real Nuevo.

La presente encuesta estuvo clasificado en base a los indicadores de las variables objeto de estudio; para el caso de determinar los mismos, estuvieron medidas en base a la escala a las opciones NADA, MUY POCO, POCO, NORMAL, ALTO Y MUY ALTO.

El formato de la encuesta aplicada se encuentra en la sección Anexos. (Anexo N°02 – Encuesta aplicada a los Pobladores.)

Cabe señalar que el cuestionario para medir la calidad de vida de los pobladores, algunos puntos fueron tomados como referencia de una investigación realizada por el Colegio de Ingenieros del Perú (2014)

#### **3.5.2. INSTRUMENTO**

##### **3.5.2.1. CHECK LIST**

Sirvió para auditar y tener conocimiento a nivel estructural y funcional el estado de la planta de tratamiento de aguas residuales, en el mismo se formularon una serie de enunciados, los cuales estuvieron clasificados por indicadores.

El formato aplicado se encuentra en la sección Anexos.

(Anexo N°01 – Check List para la Evaluación de la PTAR.)

### **3.6. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para el análisis y procesamiento de información recopilada mediante la aplicación de los instrumentos, se empleó las tablas de frecuencia y porcentajes, así como los gráficos de barras. La información obtenida se procesó en el software AutoCAD Civil 3D versión 2014, AutoCAD 2014, Microsoft Excel, Microsoft Word.

# *CAPÍTULO IV:*

## *Resultados y Discusiones*

---

## **CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1. RESULTADOS**

En el presente acápite, se muestran cuadros representativos de la evaluación y análisis realizados a la planta de tratamiento existente, interpretando los resultados de la técnica e instrumento de recolección de datos aplicados al presente trabajo de investigación como son la encuesta y el check list, así mismo, como parte de la evaluación se realizó un estudio Físico–Químico y Microbiológico a las aguas residuales obteniéndose datos reales que muestran la ineficacia de tratamiento de la planta en mención, dichos parámetros obtenidos fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles del MIMNAN y por último como parte de nuestras propuestas de solución se desarrollan dos alternativas las cuales según un análisis desde el punto de vista técnico y económico se escoge la mejor opción.

#### **4.1.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

##### **➤ CONDICIONES ACTUALES DE FUNCIONAMIENTO:**

La infraestructura de la actual planta de tratamiento está conformada por varios componentes de tratamiento, la planta cuenta con hasta un nivel de tratamiento secundario.

Para la evaluación se aplicó un Check List de la actual infraestructura, los aspectos que se consideraron para la evaluación fueron tomados RNE (Norma OS. 090) así como, del expediente técnico del proyecto con que se ejecutó la construcción de la planta y medidas tomadas in situ.

El formato aplicado se encuentra en la sección Anexos.

*(Anexo N°01 – Check List para la Evaluación de la PTAR.)*

De la evaluación se obtuvo lo siguiente:

##### **❖ TRATAMIENTO PRELIMINAR:**

La infraestructura de la PTAR existente cuenta con un sistema de

llegada o tratamiento preliminar, conformada por tres componentes importantes como son:

- **CÁMARA DE REJAS**

**TABLA N° 02.** Cuadro de Comparativo de Evaluación, para la Cámara de Rejas.

<b>EVALUACIÓN DE CÁMARA DE REJAS</b>				
<b>ELEMENTO</b>	<b>DATOS TOMADOS EN CAMPO</b>	<b>EE.TT. DEL PROYECTO</b>	<b>RNE (NORMA OS. 090)</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
<b>Dimensiones</b>	0.40 x 0.60	2 x 1.25m		Disconformidad según planos.
<b>Barras de Separación Longitudinal</b>	13 Barras			Medidas tomadas en campo.
<b>Separación de Barras</b>	20mm		Rango 20-50 mm	Se encuentra dentro del rango
<b>Espesor de Barras</b>	Diámetro Circular		Rango 5-15 mm	Material Inadecuado
<b>Material de construcción de Barras</b>	Acero de Refuerzo		Acero inoxidable, Acero galvanizado o Aluminio	No tiene ningún tipo de curación contra la corrosión y agentes químicos presentes en las aguas residuales.
<b>Estado de las Barras</b>	Corroídas			Se encuentran corroídas en más del 90%.
<b>Longitud (Zona entre el emisor de desagüe y la cámara de rejas)</b>	0.45m		Dmín 1.35m.	Al presentar una longitud mucho menor que el mínimo implica que el tiempo de retención hidráulica sea menor generando turbulencias en la zona.
<b>Plataforma de Operación y Drenaje</b>	NO PRESENTA		Se debe Tomar en cuenta en el diseño	
<b>Iluminación de Operación durante la noche</b>	NO PRESENTA		Se debe Tomar en cuenta en el diseño	
<b>Mantenimiento periódico</b>	NO SE REALIZA		Es obligatorio	Se encontró repleta de sólidos, obstaculizando el ingreso del agua proveniente del emisor de desagüe al punto que este rebose y el by pass generando que los sólidos pasen a la siguiente etapa de tratamiento

**FUENTE:** Autores de Tesis.

• **DESARENADOR**

**TABLA N° 03.** Cuadro de Comparativo de Evaluación, del Desarenador.

<b>EVALUACIÓN DE DESARENADOR</b>				
<b>ELEMENTO</b>	<b>DATOS TOMADOS EN CAMPO</b>	<b>EE.TT. DEL PROYECTO</b>	<b>RNE (NORMA OS. 090)</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
<b>Dimensiones</b>	3 x 0.60m	4.31 x 1.08m		Grave problema de Construcción
<b>Altura</b>	0.60m	0.60m		Correcto
<b>Espesor de Paredes</b>	0.10m	0.10m		Se encuentran en más del 60% cubierta de hongos.
<b>Zona de Almacenamiento de Sólidos Arenosos</b>	NO PRESENTA		Obligatorio	Hacen que el desarenador solo se convierta en un canal la cual las aguas residuales pasen a la siguiente etapa sin separar los sólidos arenosos.
<b>Altura de zona de almacenamiento de sólidos arenosos</b>	NO PRESENTA	0.40m		Grave problema de Construcción
<b>Muro Divisorio</b>	Espesor 0.10m Altura 0.60m		0.10m de espesor	Este muro fue construido de extremo a extremo dividiendo en dos el canal del desarenador obstaculizando que las aguas provenientes de la cámara de rejillas pasen por ambos lados
<b>Estructuras Colindantes</b>	Ingreso con la cámara de rejillas y a la salida con el medidor Parshall	Ingreso con la cámara de rejillas y a la salida con el medidor Parshall.		Ubicación correcta
<b>Mantenimiento periódico</b>	NO SE REALIZA		Es obligatorio	Se encontró repleta de gran de algas y moho

**FUENTE:** Autores de Tesis.

• **MEDIDOR DE CAUDAL TIPO PARSHALL**

**TABLA N° 04.** Cuadro de Comparativo de Evaluación, del medidor de Caudal Parshall.

<b>EVALUACIÓN DEL MEDIDOR PARSHALL</b>				
<b>ELEMENTO</b>	<b>DATOS TOMADOS EN CAMPO</b>	<b>EE.TT. DEL PROYECTO</b>	<b>RNE (NORMA OS. 090)</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
<b>Longitud</b>	2.20m	2.0m		Presenta Longitud de Diseño.
<b>Secciones</b>	Presenta tres secciones de diseño.		Sección de convergencia o de entrada, garganta y sección de divergencia o de salida	No tiene la simetría de verticalidad y geometría propuesta.
<b>Ancho de Garganta</b>	0.17m	0.08m		Siendo más del doble según proyecto
<b>Espesor de Paredes</b>	0.10m	0.10m		Las paredes de concreto se encuentran cubiertas de hongos.
<b>Ancho de Entrada</b>	0.40m	0.26m		No cumple con lo exigido en los planos.
<b>Ancho de Salida</b>	0.40m	0.18m		No cumple con lo exigido en los planos.
<b>Desnivel en el fondo</b>	NO PRESENTA	0.35m	Obligatorio	Grave problema de construcción
<b>Pozo de registro</b>	NO EXISTE		Debe incluir un pozo de registro para la instalación de un limnígrafo	
<b>Mantenimiento periódico</b>	NO SE REALIZA		Es obligatorio	Se encontró gran cantidad de algas y moho

**FUENTE:** Autores de Tesis.

❖ **TRATAMIENTO PRIMARIO:**

La PTAR existente cuenta con un sistema de tratamiento primario, está conformada dos lagunas de estabilización:

- **LAGUNA PRIMARIA**

**TABLA N° 05.** Cuadro de Comparativo de Evaluación, de lagunas primarias.

<b>EVALUACIÓN DE LAGUNA PRIMARIA</b>				
<b>ELEMENTO</b>	<b>DATOS TOMADOS EN CAMPO</b>	<b>EE.TT. DEL PROYECTO</b>	<b>RNE (NORMA OS. 090)</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
<b>Altura</b>	2.5m		1.5 – 3m	Se encuentra dentro del rango.
<b>Inclinación de las Paredes</b>	60° respecto a la horizontal		Mínimo 60° respecto a la horizontal	Estando dentro del mínimo requerido por la norma.
<b>Capa de Material Arcilloso Impermeable</b>	SI PRESENTA	Obligatorio		Importante factor en a Tomar en cuenta en el diseño.
<b>Espesor de Capa</b>	0.05m	Mínimo 0.10m		No está dentro del mínimo requerido.
<b>Plantas Acústicas</b>	Recubierta de plantas acústicas		Libre de Vegetación Acústica	No permite el llenado de las lagunas, el bajo nivel del espejo de agua (Menor a 60cm) y bajo caudal afluente de las aguas residuales.

**FUENTE:** Autores de Tesis.

❖ **TRATAMIENTO SECUNDARIO:**

La PTAR existente cuenta con un sistema de tratamiento secundario, está conformada por una laguna facultativa:

- **LAGUNA FACULTATIVA**

**TABLA N° 06.** Cuadro de Comparativo de Evaluación, de laguna facultativa.

<b>EVALUACIÓN DE LAGUNA SECUNDARIA - FACULTATIVA</b>				
<b>ELEMENTO</b>	<b>DATOS TOMADOS EN CAMPO</b>	<b>EE.TT. DEL PROYECTO</b>	<b>RNE (NORMA OS. 090)</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
<b>Altura de laguna</b>	3m		Mayor a 3m	Se encuentra dentro del rango.
<b>Altura de Borde libre</b>	0.50m	0.50m		Presenta dimensiones del diseño
<b>Altura de Líquidos</b>	2.10m	2.10m		Presenta dimensiones del diseño
<b>Altura de Almacenamiento de Lodos</b>	0.40m	0.40m		Presenta dimensiones del diseño
<b>Inclinación de las Paredes</b>	60° respecto a la horizontal		Mínimo 60° respecto a la horizontal	Estando dentro del mínimo requerido por la norma.
<b>Capa de Material Arcilloso Impermeable</b>	SI PRESENTA	Obligatorio		Importante factor en a Tomar en cuenta en el diseño.
<b>Espesor de Capa</b>	0.05m	Mínimo 0.10m		No está dentro del mínimo requerido.
<b>Existencia de Plantas Acústicas</b>	Recubierta de plantas acústicas		Libre de Vegetación Acústica	N o permite el llenado de las lagunas, el bajo nivel del espejo de agua (Menor a 60cm) y bajo caudal afluente de las aguas residuales.

**FUENTE:** Autores de Tesis.

#### ❖ INFLUENCIA EN LA ZONA:

El área donde se ubica la actual PTAR es de 5.88 Ha, área suficientemente extensa y fuera de la influencia de cauces sujetos a torrentes. Sin embargo, la ubicación de la PTAR no es aceptable, debido a que se encuentra a 126 metros de distancia de la zona poblada y no presenta un sistema de mitigación de olores, siendo el distanciamiento mínimo de 200 metros para zona con población menor según se indica en RNE (Norma OS 090). Asimismo, según indica el expediente de ejecución de la planta cuenta con un área de protección restringiendo el acceso de cualquier persona, en la actualidad este cerco perimétrico que se encuentra en mal estado.

#### 4.1.2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA PTAR DE AGUAS RESIDUALES

De acuerdo a los resultados de la evaluación realizada, llegamos al siguiente diagnóstico:

##### • DOTACIÓN:

El centro poblado de Tambo Real Nuevo presenta un clima templado y cálido, con un sistema de conexiones domiciliarias, debido a ello se consideró una dotación de 220 l/hab/día, según RNE (Norma OS. 090). Se tomó ese dato debido a la inexistencia de estudios de consumo.

##### • CAUDAL:

De acuerdo a la dotación de 220 l/hab/día y una población futura del diseño original de 2820 habitantes, se obtiene un caudal de aguas residuales promedio que ingresa a la PTAR de 5.7 lps mediante la siguiente formula:

$$Q(lps) = \frac{(0.8 * Población * Dotación)}{86400}$$

$$Caudal = \frac{(0.8 * 2820 * 220)}{86400}$$

$$\text{Caudal} = 5.7 \text{ lps}$$

$$\text{Caudal} = 5.7 \text{ lps} * (86.40) = 492.48 \text{ m}^3/\text{día}$$

• **PERIODO DE RETENCIÓN:**

El periodo de retención hidráulica de la laguna es de 8.5 días, la misma que se calculó en función del volumen actual de la laguna y el caudal de aguas residuales que ingresa a la PTAR, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Tiempo de Retención} = \frac{\text{Volumen de la laguna (m}^3\text{)}}{\text{Caudal de Ingreso } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right)}$$

$$\text{Tiempo de Retención} = \frac{70 * 30 * 2}{492.48}$$

$$\text{Tiempo de Retención} = 8.5 \text{ días}$$

El tiempo de retención hidráulico obtenido se encuentra muy por debajo de las recomendaciones técnicas para el diseño de lagunas facultativas que es de 10 días como mínimo (Norma OS.090), representando un 85% del mínimo. Lo que significa que esta combinación de dos lagunas primarias y una facultativa no es lo recomendable, por la dificultad y riegos que significa remover y disponer los lodos con frecuencia.

➤ **INTERES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA DE ESTUDIO:**

De acuerdo a la encuesta realizada a 272 personas en el Centro Poblado de Tambo Real Nuevo, se determinó que el 90% de la población está decidida a colaborar para que se erradique definitivamente las aguas residuales contaminadas que se descargan al río aledaño, situación que ocasiona en el entorno ecológico de la planta de la tratamiento como Árboles, arbustos y grass se está deteriorando. Asimismo, se determinó que solo un 70% de los pobladores se encuentran interesados por el efecto

ecológico que tendrá la implementación en este ámbito de una o varias plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, habiendo manifestado su intención de ser posible de cambiar el uso de agua potable para riego por agua residual doméstica tratada, siempre y cuando sea barato el pago, estimando en promedio un máximo de 20 % más sobre el pago mensual del recibo del agua potable. En este aspecto se debe precisar que los que han reaccionado más favorablemente son aquellos que se encuentran frente a parques y avenidas con jardines laterales y centrales, por lo que estimamos que cualquier acción que se emprenda debe comenzar por priorizar estos lugares.

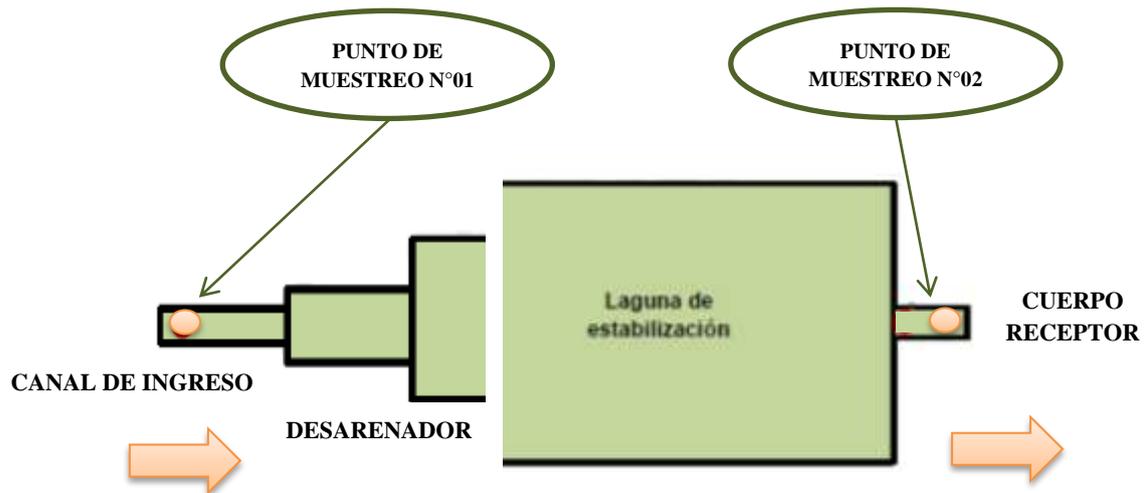
El formato de la encuesta aplicada se encuentra en la sección Anexos. (*Anexo N°02 – Encuesta aplicada a los Pobladores.*)

#### **4.1.3. ENSAYO DE LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA DE ESTUDIO.**

##### **➤ PUNTOS DE MUESTREO:**

Se ha identificado dos puntos de muestreo, en función a los componentes de la PTAR las cuales se indican a continuación:

- 1) Ingreso a la Planta de Tratamiento (Afluente). – MUESTRA N°01
- 2) Salida de la Planta de Tratamiento (Efluente). – MUESTRA N°02



**FIGURA N°08.** Ubicación de Puntos de Muestreo.

**FUENTE:** Autores de la Tesis.

➤ **LÍMITES DE LOS PARÁMETROS ENSAYADOS:**

Los parámetros que fueron ensayados son los más importantes según los detalla el MINAM, con esto se busca determinar el grado de limpieza de cada parámetro que conforman los efluentes y con ello evaluar si estos están por debajo de los Límites Máximos Permisibles según DECRETO SUPREMO N°003.2010 – MINAM para verterlos a cuerpos de aguas.

Los resultados de los ensayos fueron comparados con los datos de la Tabla N° 01: Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR. (Pág. 21) de la presente tesis.

➤ **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO:**

Según los resultados obtenidos de los ensayos Físico Químico y Microbiológicos realizados en laboratorio se obtuvo el siguiente análisis:

**TABLA N° 07.** Comparación de Resultados de Muestras Ensayadas con el LMP de cada Parámetro

PARÁMETRO	MUESTRA N°01 (Ingreso)	MUESTRA N°02 (Salida)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (LMP)	OBSERVACIÓN
<b>COLIFORME TERMOTOLERANTE (NMP/100mL)</b>	22x10 <sup>5</sup>	<b>14x10<sup>5</sup></b>	<b>10x10<sup>3</sup></b>	La concentración de Coliforme Termotolerante en el efluente (Salida) sobrepasa el LMP No Aceptable.
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) (mg/L)</b>	212	<b>417</b>	<b>100</b>	El efluente (Salida) sobrepasa el LMP tolerable de DBO. No Aceptable.
<b>SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (mg/L)</b>	224	<b>230</b>	<b>150</b>	Los Sólidos Totales en Suspensión en el efluente (Salida) sobrepasa el LMP No Aceptable
<b>ACEITES Y GRASAS (mg/L)</b>	42	<b>11</b>	<b>20</b>	La concentración de Aceites y Grasas en el efluente (Salida) está por debajo del LMP Aceptable.
<b>POTENCIAL HIDROGENO (Ph)</b>	8.06	<b>8.18</b>	<b>8.5</b>	El efluente (Salida) está por debajo del LMP de Ph. Aceptable.
<b>DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) (mg/L)</b>	320	<b>672</b>	<b>200</b>	La presencia de DQO en el efluente (Salida) sobrepasa el LMP No Aceptable

**FUENTE:** Autores de Tesis.

De la tabla presentada se tiene lo siguiente:

- Se observa una remoción de un ciclo logarítmico de coliformes termotolerantes, que pasa de  $2.2E+06$  NMP/100 ml en la entrada a  $1.4E+06$  NMP/100 ml a la salida, aunque no lo suficiente para cumplir con los LMP de Norma que establece  $1.0E+04$  NMP/100 ml.
- La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) pasa de un 212 mg/L en el ingreso a 417 mg/L en la salida, verificándose así que su porcentaje de remoción es 0%, es decir que no existe ninguna disminución de este parámetro, por lo contrario su concentración aumento de manera excesiva en el efluente.
- Los Solidos Totales en Suspensión (STS) indico al ingreso 224 mg/L y 230 mg/L en la salida, siendo su porcentaje de remoción de 0%, no existe ningún tratamiento de este parámetro, aumentando su concentración ligeramente en el efluente.
- La Demanda Química de Oxígeno (DQO) pasa de 320 mg/L en el ingreso a 672 mg/L en la salida, observándose que su porcentaje de remoción es 0%, no existiendo ningún tratamiento de este parámetro, por lo contrario su concentración aumento de manera excesiva en el efluente.
- Para el parámetro de Aceites y Grasas se obtuvo 42 mg/L en el ingreso y 11 mg/L a la salida, se observó una remoción de este parámetro de 73.81%.

➤ **RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ENSAYADOS:**

La calidad del agua del efluente no es aceptable, en vista de que el resultado del análisis de los parámetros indica que no cumplen los Límites Máximos Permisibles, verificándose que están muy por encima del rango máximo permitido establecido por la Norma (DS N° 003-2010-MINAM).

Según los resultados indican que en el efluente se tiene la presencia de coliformes termotolerantes en una concentración  $1.4E+06$  NMP/100 ml, siendo el LMP de  $1.0E+04$  NMP/100. Asimismo, los parámetros DBO y DQO tampoco cumplen debido a que el efluente indico una concentración de 417 mg/l y 672 mg/l, siendo el LMP de 100 mg/l y 200 mg/l respectivamente.

El parámetro solidos totales en suspensión tampoco cumple los LMP, dado que se encuentra en una concentración de 230 mg/l, siendo el Límite Máximo Permisible de MP 150 mg/l.

Asimismo, se verifico que los parámetros de Aceites y Grasas así como el Ph del efluente, presentaron una concentración de 11 mg/L y 8.18 siendo sus LMP de 20 mg/L y 8.5 respectivamente, verificándose así que solo estos dos parámetros no sobrepasan los LMP estando dentro del rango aceptable.

Por otro lado, mediante constatación física se observa que el agua del efluente que se vierte al rio se muestra verduzca, cuando en las normas indican que con un buen tratamiento el color debe ser gris o gris oscuro.

Con ello, se concluye que la PTAR de Tambo Real Nuevo se encuentra operativo y trata las aguas residuales en forma parcial, sin lograr que los parámetros importantes como Coliformes Termotolerantes, DBO, DQO, STS cumplan la Norma y que algunos como Aceites y Grasas y el PH si las cumplan, por lo que se hace necesario realizar mejoramientos para que así los parámetros cumplan los limites exigidos por la norma para los efluente que son vertidos a un cuerpo de agua receptor, disminuyéndose así la contaminación de los ríos, lagos y mares.

#### 4.1.4. ESTUDIO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

##### ➤ **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

- Recolección de información técnica (campo y gabinete) relativa a la zona de estudio, etc., así como visitas a campo en las instalaciones y zonas aledañas.
- Siendo importante destacar el levantamiento topográfico del área donde se desarrolló el Proyecto. Para poder realizar un buen control de los trabajos de campo se contará con equipos como Estación Total con accesorios incluidos, Nivel Automático incluido accesorios, brújula, etc. Para la ubicación y detalle de interferencias se realizará de forma manual mediante wincha.
- El trabajo de gabinete consiste en el procesamiento computarizado de información recopilada de campo para posteriormente realizar el diseño del levantamiento topográfico (Planta General), en forma automatizada con la ayuda de software especializado.
- Computadoras, impresoras, etc. Como resultado de esta parte del trabajo se ha obtenido toda la información representada en planos topográficos para el proyecto.

##### ➤ **RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO:**

- Según le presente estudio topográfico, se logró determinar las características topográficas del C.P. Tambo Real Nuevo, tiene una topografía es llana.
- Se obtuvo las cotas referenciales para poder proyectar sus futuros proyectos.

El informe completo del estudio topográfico se detalla en la sección Anexos. (*Anexo N°08: Topografía en la Zona de Estudio.*)

#### **4.1.5. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

En base a la evaluación realizada a la PTAR del Centro Poblado de Tambo Real Nuevo, se plantean dos propuestas de mejoramiento.

- **Propuesta 1:**

*Sistema de Tratamiento de Aguas residuales por medio de TANQUE IMHOFF.*

- **Propuesta 2:**

*Sistema de Tratamiento de Aguas residuales en base TANQUE SEPTIC.*

Ambas propuestas son proyectadas en otra zona, más alejada del centro poblado a 1 Km de la ubicación de la actual planta. Ajustándose a la normativa y guías de diseño vigentes.

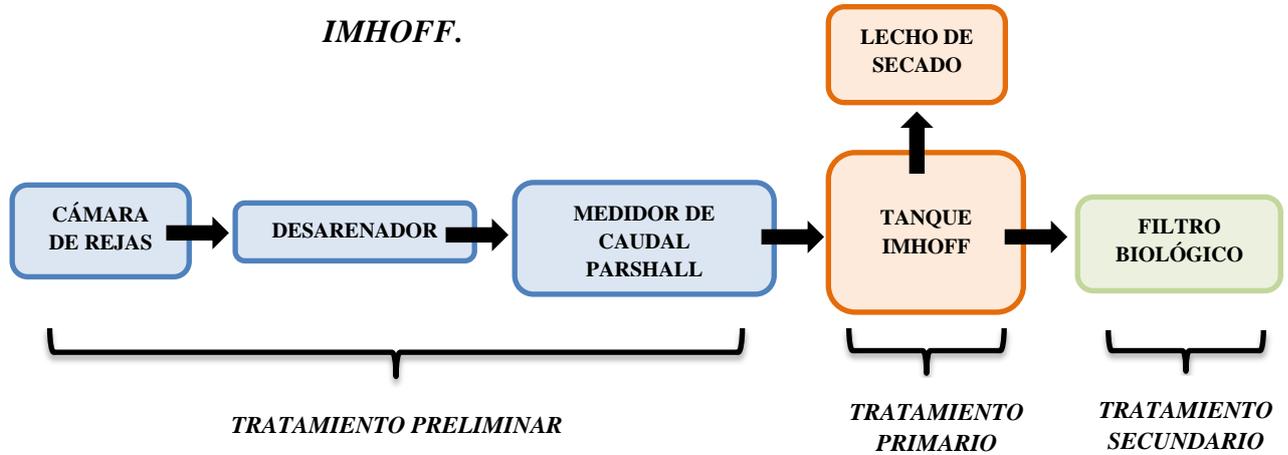
- Plano de ubicación de la propuesta N°01 (Sección Anexos, Anexos N°11 – Planos).
- Plano de ubicación de la propuesta N°02 (Sección Anexos, Anexos N°11 – Planos)

➤ **DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS**

Ambas propuestas presentan hasta un nivel de tratamiento secundario.

❖ **PROPUESTA N°01**

*Sistema de Tratamiento de Aguas residuales por medio de **TANQUE IMHOFF**.*



**FIGURA N°09.** Descripción Gráfica de la Propuesta N°01.

**FUENTE:** Autores de Tesis

Sistema de Tratamiento de Aguas residuales por medio del Tanque Imhoff, consiste en el ingreso de las aguas crudas a la Planta de tratamiento a través de un sistema de recolección de aguas residuales por gravedad a través de último buzón recolector.

El agua residual pasa por la cámara de rejillas gruesas de 6 mm (Espesor de Barras) con la finalidad de retener los sólidos de mayor tamaño. El ángulo de inclinación de las barras de las cribas de limpieza manual es entre 60 grados con respecto a la horizontal. Lo conforman 12 barras longitudinales. Esta estructura se detalla en el plano CR - 01.

El agua residual continúa su proceso a través del desarenador que está diseñado para remover partículas de diámetro menor igual o superior a 0.20 mm, cuya frecuencia de limpieza será una vez por semana. Luego pasa por un canal que dirige el agua residual al medidor de caudal tipo Parshall. Ambas estructuras se detallan en los planos D-01 y MP-01.

El agua continúa con su curso y pasa al tratamiento primario, que consiste en un tanque de Imhoff que está compuesto por cámaras de espuma, sedimentación, digestión y neutra. Además tendrá las siguientes consideraciones para su diseño se utiliza una profundidad de la zona sedimentador será 1.5 m y una altura de 2.40 m, en cuanto al Tanque Imhoff la altura será de 6.47 m, ancho 4.40 m y largo 7.50 m. Posteriormente pasa al lecho de secado que tienen grava gruesa, grava fina y arena fina. Este sistema cuenta con un lecho de secado, con una largo de 12.50 m por 8.50 m de ancho.

Ambos estructuras se detallan en los planos TI-01 y LS-01.

Finalmente el agua residual pasa por el filtro biológico, consiste en un tanque de concreto que contiene grava y arena como material filtrante, este material filtrante forma una capa de organismos que descompone la materia orgánica. El agua residual filtrada se recoge por medio de canaletas instalada en la parte superior del filtro. Esta estructura que tiene dos zonas, la zona de recolección de agua filtrada y la zona de distribución de aguas residuales. Sus dimensiones son de 4 m de largo por 2.70 de ancho con una profundidad de 3.85m.

Esta estructura se detalla en el plano FB - 01.

**TABLA N° 08.** Eficiencia en la remoción de los parámetros DBO y SOLIDOS SUSPENDIDOS (SS) en el Sistema de Tratamiento de la Propuesta N°01

TIPO DE PLANTA	NIVEL DE TRATAMIENTO	OBJETIVO DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO	PROCESOS PREVIOS	REMOCION	
				DBO	SOLIDOS SUSPENDIDOS (SS)
TANQUE IMHOFF	PRIMARIO	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenador Parshall	25-30%	40-70%
LECHO DE SECADO	PRIMARIO	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenador Parshall Tan. Imhoff	25-30%	45-70%
FILTRO BIOLÓGICO	SECUNDARIO	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenador Parshall Tan. Imhoff	50-90%	70-90%

**FUENTE:** Autores de Tesis.

El diseño de cada una de las estructuras que conforman el sistema, se encuentra detallado en la sección Anexos.

*(Anexos N°03 – Diseño de Propuesta N°01)*

#### ❖ METRADO Y PRESUPUESTOS

##### METRADOS

Los metrados de las partidas a ejecutarse, se han realizado en concordancia con el reglamento de metrados.

El análisis detallado de los metrados se encuentra en la sección Anexos.

*(Anexos N°05 – Metrados y Presupuesto de Propuesta N°01)*

##### PRESUPUESTO

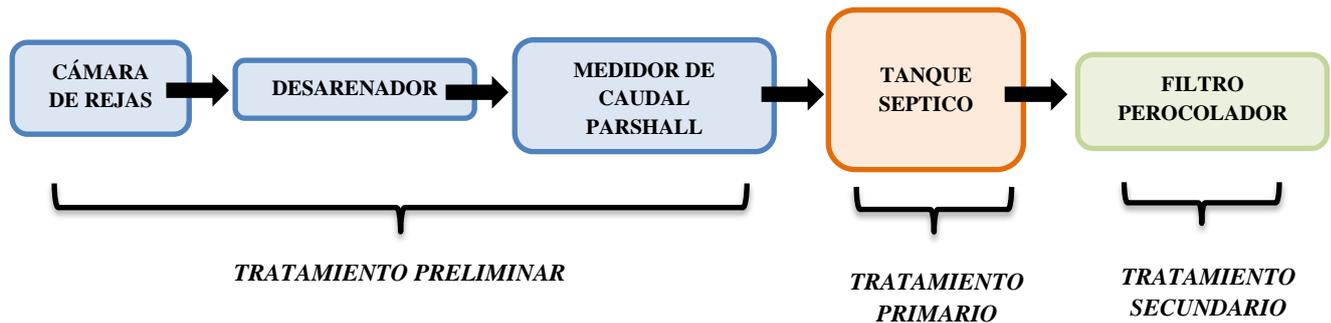
De acuerdo a las estructuras diseñadas y los metrados realizados, se calculó el presupuesto en el S10 para este sistema de tratamiento, un monto que asciende a la suma de S/. 309 084.60 soles costo directo.

El análisis detallado del presupuesto se encuentra en la sección Anexos.

(Anexos N°05 – Metrados y Presupuesto de Propuesta N°01)

### ❖ PROPUESTA N°10

*Sistema de Tratamiento de Aguas residuales en base TANQUE SEPTICO.*



**FIGURA N°10.** Descripción Gráfica de la Propuesta N°02.

**FUENTE:** Autores de Tesis

Sistema de Tratamiento de Aguas residuales por medio del Tanque Séptico consiste en el ingreso de las aguas crudas a la planta de tratamiento a través de un sistema de recolección de aguas residuales por gravedad a través de último buzón recolector.

El agua residual pasa por la cámara de rejillas gruesas de 6 mm (Espesor de Barras) con la finalidad de retener los sólidos de mayor tamaño. El ángulo de inclinación de las barras de las cribas de limpieza manual es entre 60 grados con respecto a la horizontal. Lo conforman 12 barras longitudinales. *Esta estructura se detalla en el plano CR - 01.*

El agua residual continúa su proceso a través del desarenador que está diseñado para remover partículas de diámetro menor igual o superior a 0.20 mm, cuya frecuencia de limpieza será una vez por semana. Luego pasa por un canal que dirige el agua residual al medidor de caudal tipo Parshall. *Ambos estructuras se detallan en los planos D-01 y MP-01.*

Luego continúa con su curso y pasa al tratamiento primario, que consiste en un tanque séptico que está compuesto por cámaras de sedimentadora

principal de dimensiones 30 m. de largo y 14m de ancho y una secundaria de dimensiones 15m de largo y 14 de ancho, ambos con una altura de 6.85m.

*Ambos estructuras se detallan en los planos TS-01.*

Finalmente como parte del tratamiento final pasa por los filtros percoladores a través de las cámaras de distribución.

*Estas estructuras se detallan en los planos E-02 y E-04*

**TABLA N° 09.** Eficiencia en la remoción de los parámetros DBO y SOLIDOS SUSPENDIDOS (SS) en el Sistema de Tratamiento de la Propuesta N°02

TIPO DE PLANTA	NIVEL DE TRATAMIENTO	OBJETIVO DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO	PROCESOS PREVIOS	REMOCION	
				DBO	SOLIDOS SUSPENDIDOS (SS)
TANQUE SEPTICO	PRIMARIO	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenad or Parshall	25-30 %	40-70%
FILTRO PERCOLADOR	SECUNDARIO	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenad or Parshall Tan. Septico	50-90 %	70-90%

**FUENTE:** Autores de Tesis.

El diseño de cada una de las estructuras que conforman el sistema, se encuentra detallado en la sección Anexos.

*(Anexos N°04 – Diseño de Propuesta N°02)*

## ❖ METRADO Y PRESUPUESTOS

### METRADOS

Los metrados de las partidas a ejecutarse, se han realizado en concordancia con el reglamento de metrados.

El análisis detallado de los metrados se encuentra en la sección Anexos.

(Anexos N°06 – Metrados y Presupuesto de Propuesta N°02)

### **PRESUPUESTO**

De acuerdo a las estructuras diseñadas y los metrados realizados, se calculó el presupuesto en el S10 para este sistema de tratamiento, un monto que asciende a la suma de S/. 717 122.45 soles costo directo.

El análisis detallado del presupuesto se encuentra en la sección Anexos.

(Anexos N°06 – Metrados y Presupuesto de Propuesta N°02)

### ➤ **SELECCIÓN DE PROPUESTAS**

**TABLA N° 10.** Indicadores para los Criterios de Evaluación.

<b>CRITERIOS</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>TÉCNICO</b>	Eficiencia del tratamiento (Remoción).
	Determinación de las pendientes del terreno.
	Nivel Freático.
	Distancia del proyecto desde la población.
<b>ECONÓMICO</b>	Costo por implementación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.
<b>SOCIAL</b>	Molestia por propagación de olores.
	Generación de empleo en la etapa de construcción.

**FUENTE:** Autores de Tesis.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- **TÉCNICO**

**TABLA N° 11.** Criterio Técnico – Eficiencia del Tratamiento (Remoción).

EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO (REMOCIÓN)	
INDICADOR	PUNTUACION
>95% de Remoción de DBO	2
<95% de Remoción de DBO	1

**FUENTE:** Autores de Tesis.

**TABLA N° 12.** Criterio Técnico – Determinación de la Pendiente del Terreno.

DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO	
INDICADOR	PUNTUACION
Mas Apta (0 al 3%)	2
Regular (3 al 5%)	1

**FUENTE:** Autores de Tesis.

**TABLA N° 13.** Criterio Técnico – Nivel Freático.

NIVEL FREÁTICO	
INDICADOR	PUNTUACION
7-10 metros	2
4-7 metros	1

**FUENTE:** Autores de Tesis.

**TABLA N° 14.** Criterio Técnico – Distancia al Proyecto.

DISTANCIA AL PROYECTO	
INDICADOR	PUNTUACION
>200 metros	2
100 – 200 metros	1

**FUENTE:** Autores de Tesis.

- **ECONOMICO**

**TABLA N° 15.** Criterio Económico – Costo por Implementación.

<b>COSTO POR IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	
<b>INDICADOR</b>	<b>PUNTUACION</b>
S/. 300000.00 – S/. 500000.00	2
S/. 5000000 a mas	1

**FUENTE:** Autores de Tesis.

- **SOCIAL**

**TABLA N° 16.** Criterio Social – Molestia por Malos Olores.

<b>MOLESTIA POR PROPAGACIÓN DE OLORES</b>	
<b>INDICADOR</b>	<b>PUNTUACION</b>
Mediante encuesta, da resultado una aceptación: >50%	2
Mediante encuesta, da resultado una aceptación: <= 50%	1

**FUENTE:** Autores de Tesis.

**TABLA N° 17.** Criterio Social – Empleo en la etapa de construcción.

<b>GENERACIÓN DE EMPLEO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>INDICADOR</b>	<b>PUNTUACION</b>
11- 40 Trabajadores	2
4 - 10 Trabajadores	1

**FUENTE:** Autores de Tesis.

## EVALUACION DE LAS PROPUESTAS

**TABLA N° 18.** Criterios para la Evaluación de las Propuestas.

TIPO	CRITERIOS	TANQUE IMHOFF	TANQUE SEPTICO
<b>ECONOMICO</b>	Costo por implementación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.	2	1
	Molestia por propagación de olores	2	2
<b>SOCIAL</b>	Generación de empleo en la etapa de construcción	2	2
	Eficiencia del tratamiento (Remoción)	2	2
<b>TECNICO</b>	Determinación de la pendiente del terreno	2	2
	Nivel Freático	2	2
	Distancia al proyecto	2	2
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>13</b>

**FUENTE:** Autores de Tesis.

Después de haber analizado los criterios de evaluación se concluyó que ambos sistemas tienen buena eficiencia de remoción de carga orgánica (DBO), no generan propagación de malos olores debido a la lejanía que se encuentra. Pero se optó por la primera propuesta SISTEMA DE TRATAMIENTO CON TANQUE IMHOFF debido a que es menos costoso para la zona, así mismo ocupa menor espacio que el otro sistema propuesto.

## **4.2.DISCUSIONES**

- ❖ Dueña (2015), quien afirma que las PTAR pueden tratar aguas residuales a un alto nivel, tanto en la remoción de patógenos como de compuestos orgánicos, requiriendo mínimos recursos para su diseño, construcción y mantenimiento, con el diseño de las propuestas se confirma la presente postulación, debido a que se obtuvo un porcentaje de remoción de hasta un 90% de DBO y SS en ambos sistema de tratamiento propuestos.
- ❖ El color es un indicativo de la edad de las aguas residuales, el agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, a medida que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce y el color cambia a negro menciona Universidad de Piura (2014). Sin embargo con el análisis detallado se refuta dicha postulación, debido a que las aguas estancadas en las lagunas a pesar de tener tiempo no presentaba el color negro sino un colore verduzco amarillento.
- ❖ Los resultados del ensayo a las aguas residuales de la PTAR existente, indican el DBO del punto de ingreso 212 mg/L y el punto de salida 417 mg/L, el valor se incrementó en un 96% y con ello los demás parámetros estaban muy por encima de valor mínimo tolerable, no aceptables. Confirmando el postulado IICA (2000) que refiere, Al haber una gran cantidad de desechos orgánicos en el agua, aumenta la probabilidad de tener más bacterias presentes trabajando en la descomposición, con lo que la demanda de oxígeno será más alta, esto aumenta el nivel de DBO. Cuando se tienen niveles altos de DBO el oxígeno disuelto disminuye porque el oxígeno que está disponible es consumido por las bacterias en los distintos procesos internos del cuerpo de agua, esto afecta a los demás organismos ya que tienen menos oxígeno disponible para sus procesos biológicos.

- ❖ Las rejillas se emplea para reducir los sólidos en suspensión de distintos diámetros, la cantidad de material retenido varía dependiendo de la abertura entre las barras las. Los sólidos flotantes y gruesos pueden causar problemas nocivos en la operación de las lagunas ellos ayudan la formación de nata que puede producir malos olores, sirven como un foco para la reproducción de insectos, y producen condiciones desagradables a la vista, afirma Prieto (2016). Con la evaluación se confirma el presente postulado, debido a que los sólidos que ingresaban a la planta a rebasaban la rejilla existente generando que los sólidos pasen a la siguientes etapas, en las lagunas se observó la presencia de nata sobre el espejo de agua, un olor nauseabundo y la abundancia mosquitos e insectos.
  
- ❖ En la evaluación de la estructura del medidor Parshall se verifico que está construido de concreto, no tiene la simetría de verticalidad y geometría propuesta en el diseño del expediente del proyecto, que por falta de la mano de obra calificada y el desconocimiento de la ejecución de esta obra de arte es que no se tiene un mayor énfasis para su construcción. Confirmando el postulado de Builes (2010) que refiere siempre requerir canaletas Parshall prefabricadas en el diseño y nunca canaletas hechas de concreto por los problemas de construcción y calibración.

# *CAPÍTULO V:*

## *Conclusiones y Recomendaciones*

---

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- ❖ La planta de tratamiento actual cuenta con un sistema tratamiento preliminar conformado por una cámara de rejillas, desarenador, un pequeño medidor tipo parshall, dos lagunas de tratamiento primaria y finalmente como tratamiento secundaria una laguna facultativa.
- ❖ La cámara de rejillas es de dimensiones 0.40m x 0.60m, conformada por 13 barras de separación longitudinal cada 20mm estando dentro del rango de 20 – 50mm como lo indica la norma. Las rejillas fueron hechas con acero de refuerzo sin ningún tipo de curación contra la corrosión y agentes químicos presentes en las aguas residuales. La zona de transición (Zona entre el emisor de desagüe y la cámara de rejillas) presenta una longitud 0.45m no cumple la distancia mínima para asegurar una velocidad uniforme a través de las barras. Se observó también que las barras de separación longitudinal se encuentran corroídas en más del 90%.
- ❖ En la evaluación realizada al desarenador se pudo verificar graves problemas de construcción, no presenta las dimensiones de su diseño original tiene una longitud es de 3.00 m, un ancho variable que va desde 0.40m hasta 0.60m, y una altura de 0.60m, no presenta en el fondo ninguna pendiente ni tampoco la zona de almacenamiento de sólidos arenosos que es parte fundamental del desarenador. El muro de concreto que presenta tiene 0.10m de espesor y 0.60m de alto, este muro fue construido de extremo a extremo dividiendo en dos el canal del desarenador obstaculizando que las aguas provenientes de la cámara de rejillas pasen por ambos lados,. Se evidenció la falta de mantenimiento en la estructura, en el fondo se observó gran cantidad de algas y moho, las paredes de concreto se encuentran en más del 60% cubiertas de hongos.

- ❖ El medidor de caudal existente es tipo Parshall, en la evaluación se verifico que está construido de concreto, no tiene la simetría de verticalidad y geometría propuesta en el diseño del expediente del proyecto, que por falta de la mano de obra calificada y el desconocimiento de la ejecución de esta obra de arte es que no se tiene un mayor énfasis para su construcción. La estructura presenta las tres secciones de diseño, el ancho de garganta es de 0.17m siendo más del doble según el proyecto, el ancho de entrada y salida tampoco cumple con lo exigido en los planos, siendo las medidas de 0.40 en ambos lados. El fondo no presenta ninguna pendiente o desnivel parte fundamental de la estructura.
- ❖ Se concluye que la PTAR cuenta con dos lagunas primarias de igual dimensiones que se encuentran ubicadas en paralelo, su profundidad no alcanza la mínima establecida como lo indica, mayor a 3 metros. Se verificó que sus paredes laterales tienen una inclinación de 60° respecto a la horizontal estando dentro del mínimo requerido por la norma. La capa de sus paredes de material arcilloso es de 5 cm aproximadamente no llegando al mínimo requerido 10 cm.
- ❖ La laguna facultativa cuenta con una extensión de 0.39m Ha, según la evaluación se verificó que si cumple con las altura propuesta en el diseño del expediente del proyecto, sus paredes tiene una inclinación de inclinación de 60° respecto a la horizontal. Sus paredes tienes una capa de 5 cm aproximadamente de material arcilloso impermeable, se observó en gran parte de las paredes de las lagunas la descascaración de la capa de material arcilloso.
- ❖ La ubicación de la PTAR no es aceptable, debido a que se encuentra a 126 metros de distancia de la zona poblada y no presenta un sistema de mitigación de olores, siendo el distanciamiento mínimo de 200 metros para zona con población menor según se indica en RNE (Norma OS 090).

- ❖ Para el diagnóstico se consideró una dotación de 220 l/hab/día, según RNE (Norma OS. 090), debido a la inexistencia de estudios de consumo. Con la dotación y una población futura del diseño original de 2820 habitantes, se obtuvo un caudal de aguas residuales promedio que ingresa a la PTAR de 5.7 lps. Con ello se determinó que el periodo de retención hidráulica de la laguna es de 8.5 días, tiempo calculado se encuentra muy por debajo de las recomendaciones técnicas para el diseño de lagunas facultativas que es de 10 días como mínimo (Norma OS.090), representando un 85% del mínimo. Lo que significa que esta combinación de dos lagunas primarias y una facultativa no es lo recomendable, por la dificultad y riesgos que significa remover y disponer los lodos con frecuencia.
- ❖ Según los análisis indican que en el efluente se tiene la presencia de coliformes termotolerantes en una concentración  $1.4E+06$  NMP/100 ml, siendo el LMP de  $1.0E+04$  NMP/100. Asimismo, los parámetros DBO y DQO tampoco cumplen debido a que el efluente indicó una concentración de 417 mg/l y 672 mg/l, siendo el LMP de 100 mg/l y 200 mg/l respectivamente.
- ❖ El parámetro sólidos totales en suspensión tampoco cumple los LMP, dado que se encuentra en una concentración de 230 mg/l, siendo el Límite Máximo Permisible de MP 150 mg/l.
- ❖ Se concluye que la PTAR de Tambo Real Nuevo se encuentra operativo y trata las aguas residuales en forma parcial, sin lograr que los parámetros importantes como Coliformes Termotolerantes, DBO, DQO, STS cumplan la Norma y que algunos como Aceites y Grasas y el PH si cumplen el rango máximo permitido establecido por la Norma (DS N° 003-2010-MINAM), por lo que se hace necesario realizar mejoramientos para los efluente que son vertidos a un cuerpo de agua receptor, disminuyéndose así la contaminación de los ríos, lagos y mares.
- ❖ Se realizó el levantamiento topográfico del área de los nuevos sistemas de tratamiento propuestos, se logró concluir que la topografía es llana.

- ❖ Se realizaron dos propuestas para el mejoramiento de la planta de tratamiento existente, la primera un sistema de Tratamiento de Aguas residuales por medio de TANQUE IMHOFF cuenta con un sistema de tratamiento preliminar conformado por cámara de rejas, desarenador y medidor parshall, el Tanque Imhoff y Lecho de Secado como tratamiento primario y finalmente pasa tratamiento secundario Filtro Biológico, este sistema tiene un costo de S/. 309 084.60 soles, y la segunda un Sistema de Tratamiento de Aguas residuales en base TANQUE SEPTICO que cuenta con sistema de tratamiento preliminar conformado por cámara de rejas, desarenador y medidor parshall, el Tanque Séptico como tratamiento primario y finalmente pasa tratamiento secundario Filtro Percolador, ste sistema tiene un costo de S/. 717 122.45 soles.
- ❖ Para la selección de la mejor propuesta de mejoramiento para la actual planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Poblado de Tambo Real Nuevo, se concluyó que ambos sistemas tienen buena eficiencia de remoción de carga orgánica (DBO), no generan propagación de malos olores debido a la lejanía que se encuentra. Así mismo después de haber analizado los criterios de evaluación técnicos, económicos y sociales de tal manera que su efluente cumpla con los LMP establecidos por la norma. Se optó por la elección de la primera propuesta SISTEMA DE TRATAMIENTO CON TANQUE IMHOFF.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- ❖ Para elaborar un proyecto de PTAR se recomienda a los proyectistas, caracterizar las aguas residuales que se desean tratar, para lo cual será necesario controlar y realizar análisis de laboratorio de estas aguas, principalmente de los parámetros DBO5, Sólidos Totales en Suspensión, DQO y Coliformes Termotolerantes, no se deben asumir una concentración promedia de estos parámetros. Los periodos recomendados para el control de estos parámetros son las épocas secas, en vista de que estos se hacen críticos o se llegan a incrementar.
- ❖ Se recomienda a los proyectistas que se debe tomar en cuenta antes de realizar un diseño de PTAR, el terreno en el cual se va a ubicar la planta de tratamiento, también el caudal de ingreso hacia ésta.
- ❖ Se recomienda a los proyectistas colocar de manera vital una cámara de rejillas a fin de poder evitar el ingreso de sedimentos ajenos a las aguas residuales, se debe evitar en lo posible la contaminación de ríos o canales de regadíos si el agua no es correctamente tratada a fin de evitar daños y pérdidas económicas en la población aledaña a la planta de tratamiento de aguas residuales.
- ❖ Se recomienda a la Asociación de Usuarios de Agua Potable de Tambo Real Nuevo realizar un mantenimiento constante a la planta de tratamiento de aguas residuales a fin de poder evitar contaminaciones y malos procesos del PTAR, tales como fugas accidentales de aguas residuales, derrames y malos olores en el área de la planta de tratamiento.
- ❖ Se recomienda a los especialistas de laboratorio que se debe realizar un estudio de agua constante mediante el laboratorio competente para poder llevar un control adecuado del agua tratada en la planta de tratamiento para evitar un mal tratamiento de los lodos a fin de poder reutilizarlas como abonos para las plantaciones ubicadas cerca de la zona de la planta de tratamiento.

- ❖ Se recomienda a los proyectistas que se debe tener en cuenta la viabilidad del espacio desde el punto de vista técnico, económico y ambiental para poder seleccionar la mejor propuesta para la ejecución de la planta de tratamiento de aguas residuales, asegurando un correcto funcionamiento de la planta de tratamiento, se deberá tener en cuenta el punto de vista técnico.

# ***REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguila V. & Zamora P. (2016). Diseño de un Sistema Integrado de Tratamiento de las Aguas Residuales para Mitigar la Contaminación del Río Mayo, Sector Juan Antonio - Moyobamba, 2014 (TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO SANITARIO). Obtenido de [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2385/TP\\_ISA\\_00014\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2385/TP_ISA_00014_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arnalich, S. (2008, p. 11). Abastecimiento de Agua por gravedad. Primera Edición.
- Arroyo & Bermudez, (2015). Estudio De Modelo Matemático Para La Evaluación de La Calidad Del Efluente De Las Aguas Residuales de La Uncp.
- Builes, S. (2010). *Tratamiento y adecuada disposición de lodos domésticos e industriales*. Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1835/62839B932.pdf?sequence=1>
- Campos, I. (2003). Saneamiento Ambiental. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Canto, A (2016). Tanque Imhoff. <https://es.scribd.com/document/334047364/Tanque-Imhoff>
- CEPIS. (2000). Evaluación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento 2000 en las Américas. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/eswww/eva2000/peru/informe/inf-05.htm>
- Cerezo, J. (2011). Estación depuradora de aguas residuales. Catalunya, España: Universidad Politécnica de Catalunya
- Congreso de la República. (s.f., p. 79). Manual de administración, operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento.

- Crites R. & Tchobanoglous G. (2000). Sistema de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados Tomo 1. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- Cristiano. (2011). TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Obtenido de <http://aguasresidualestratamiento.blogspot.com/2011/09/tratamiento-de-aguas-residuales.html>
- Dueñas, R. (2015). Evaluación y propuestas de mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el centro poblado de Quiquijana, Provincia de Quispicanchis, Región Cusco. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/346179154/TESIS>
- Espinoza, P. R. (2010). Planta De Tratamiento De Aguas Residuales En San Juan De Miraflores. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1478/MAS\\_GAA\\_010.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1478/MAS_GAA_010.pdf).
- García, P. (2015). *El tratamiento de aguas residuales*. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/261424887/El-Tratamiento-de-Aguas-Residuales-Consiste-en-Una-Serie-de-Procesos-Fisicos>
- Gomez, A. (2013). Tanque imhoff. <https://es.slideshare.net/arnoldofabianduran/tanque-imhoff-25493254>
- Glynn H. & Heinke G. (1999). Ingeniería ambiental. México: PRENTICE HALL
- Guzmán, V. (2009, p. 7). Algoritmos genéticos y Epanet 2.0 para la localización optima de válvulas reductoras de presión en redes de distribución de agua potable. México: Universidad Nacional Autónoma de México .
- IICA. (2000). Manual de evaluación de impacto ambiental de actividades rurales. Uruguay: Ministerio de ganadería, agricultura y pesca.
- LAVERDE, G. P. (2009). HISTORIA DE LOS METODOS DE DEPURACION DE AGUA. Obtenido de <http://malolorenalcantarillado.blogspot.com/2009/11/historia-de-los-metodos-de-depuracion.html>

- LUIS. (2016). Antecedentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/313905193/Antecedentes-de-Plantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales>
- Llorca, R., & Bautista, I. (2006). Prácticas de atmósfera, suelo y agua. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Loose, D. (2015). Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el Ámbito de Operación de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento. Obtenido de <http://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>
- Magne, F. (2008, p. 103). Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria I. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.
- Maldonado, Y. (2011, p. 16). Diseño del diseño de tubería de aducción de la red de distribución de agua potable para la comunidad Ciudad Bendita, Valles del Tuy Edo Miranda. Caracas: Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional.
- Mariscal, M. A. (2009). Qué Debemos Saber Acerca del Alcantarillado? Obtenido de <http://studylib.es/doc/7418670/%C2%BFqu%C3%A9-debemos-saber-acerca-del-alcantarillado%3F>
- Martinez S., Rodriguez M., (2005). Tratamiento con Aguas Residuales con MATLAB.
- Mendoza, J., Montañés, M., & Palomares, A. (1998). Ciencia y tecnología del medio ambiente. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- METCALF E.(1986). Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales. Madrid: Ed. Labor.
- METCALF & EDDY. (2004). Tratamiento, Evacuación y Reutilización de Aguas Residuales.

- Niño, Z., Pérez, S., & Llobregat, M. (2004). Desarrollo de un Programa de Simulación de Procesos para el Tratamiento de Efluentes Líquidos. *Información Tecnológica*, 47-53.
- OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Retrieved from [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Olivos, O. (2010). *Tratamiento de aguas*. Lima: Universidad Alas Peruanas.
- Orton, B. (s.f). *Química de suelos*. IICA/CATIE.
- Paz, A. (2000). Tesis Profesional: Proyecto De Una Planta De Tratamiento De Agua Residual En La Zona Metropolitana Del Valle De Mexico
- Perez, H. (2015). Medio Ambiente evaluacion plan de investigacion. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/283147570/Medio-Ambiente>
- Prieto, A. (2016). *Plantas de Tratamiento de Agua Residual*. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/307380211/Plantas-de-Tratamiento-de-Agua-Residual>
- PROSABAR. (2001). Manual de Operación Mantenimiento de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Poblaciones Rurales.
- QUIROZ, P. (2009) Planta de Tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Tesis de titulación). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Química e Ingeniería Química. Lima.
- Ramallo, R. (1993). Tratamiento de aguas residuales. Barcelona, España: REVERTÉ, S.A. Retrieved from [https://books.google.com.mx/books?id=30etGjzPXyWC&printsec=frontcover&dq=tratamiento+de+aguas+residuales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi3mMjqtJHMAhUPyWMKHb4\\_Bt8Q6AEINzAB#v=onepage&q=tratamiento%20de%20aguas%20residuales&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=30etGjzPXyWC&printsec=frontcover&dq=tratamiento+de+aguas+residuales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi3mMjqtJHMAhUPyWMKHb4_Bt8Q6AEINzAB#v=onepage&q=tratamiento%20de%20aguas%20residuales&f=false)

- Ramos P. (2015). Implementacion De Una Planta De Tratamiento De Aguas Servidas En La Localidad De Huaca Iii Etapa En El Distrito De Santa, Basada En El Diseño Hidráulico.
- Red España de Compostaje. (2012). *Aspectos biológicos de la estabilización aer+obica II.1*. España: Mundi-Prensa Libros.
- R.S. Ramalho. (1996). Tratamiento de Aguas Residuales.
- Rigola, M. (1990). Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. Barcelona, España: MARCOMBO, S.A.
- Ríos, S. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Tesis de grado*. Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia.
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Rossi, M. (2010). *Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú*. FONAM.
- Salazar, D. (2003). Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales: enfoque Centro América. Guatemala: PROARCA/SIGMA.
- Sans F. & Ribas, J. (1989). Ingeniería ambiental: contaminación y tratamientos. Barcelona, España: MARCOMBO, S.A.
- Siapa. (2014, p.12). Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades, sistemas de agua potable. Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. Retrieved from [http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo\\_2.\\_sistemas\\_de\\_agua\\_potable-1a.\\_parte.pdf](http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf).
- Torres, E. (2015). *Filtro Percolador*. Scrib.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO, .. (2013). tratamiento de aguas. Obtenido de

[http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/fondo\\_editorial/comite\\_editorial/manuales/tratamientodeaguas\\_manualprac.pdf](http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/fondo_editorial/comite_editorial/manuales/tratamientodeaguas_manualprac.pdf)

Universidad de Piura. (2014). *Naturaleza del agua residual doméstica y su tratamiento*. Retrieved from [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_135\\_183\\_88\\_1242.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_135_183_88_1242.pdf)

Valderrama, J. (1999). *Información tecnológica*. 0716-8756.

VILLELA, D. J. (2014). DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ. Obtenido de <http://studylib.es/doc/7370545/dise%C3%B1o-de-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-para-el>