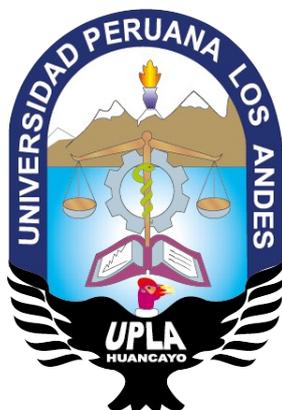


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**TESIS**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES PROVENIENTES DEL ANEXO DE  
AUQUIMARCA - PAMPA**

**PRESENTADO POR:**

Bach. LUIS JHONATAN MUCHA SERNAQUÉ

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2020

**ASESOR: ING. YINA MILAGROS NINAHUANCA ZAVALA**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres Luis y Silvia guías invisibles en el camino hacia el éxito.

Luis Jhonatan Mucha Sernaqué

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Peruana los Andes Facultad, Escuela Profesional de Ingeniería Civil por darnos la oportunidad de lograr nuestras aspiraciones profesionales

A mi asesora Yina Milagros Ninahuanca Zavala, por el soporte ilimitado y disposición en todo el trabajo de investigación.

Luis Jhonatan Mucha Sernaqué

# HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

---

DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ

**PRESIDENTE**

---

MG. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL

**JURADO**

---

ING. NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA

**JURADO**

---

ING. RANDO PORRAS OLARTE

**JURADO**

---

MG. MIGUEL ANGEL CARDENAS CANALES

**SECRETARIO DOCENTE**

## INDICE

TEMA	PÁGINA
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CONTENIDOS.....	v
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
.	
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>14</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	14
1.2.1. Problema General.....	15
1.2.2. Problemas Específicos.....	15
1.3. Justificación de la investigación.....	15
1.3.1. Práctica o Social.....	15
1.3.2. Científica o teórica.....	15
1.3.3. Metodológica.....	16
1.4. Delimitaciones.....	16
1.4.1. Espacial.....	17
1.4.2. Temporal.....	19
1.4.3. Económica.....	19
1.5. Limitaciones.....	19
1.6. Objetivos.....	20
1.6.1. Objetivo General.....	20
1.6.2. Objetivos Específicos.....	20
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1. Antecedentes.....	21
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	21
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	22

2.2. Marco conceptual.....	25
2.2.1. Agua Residual.....	25
2.2.2. Marco legal de aguas residuales domesticas en el Perú.....	27
2.2.3. Forma de captación del agua residual.....	28
2.2.4. Estudio de mecánica de suelos.....	30
2.2.4.1. Granulometría.....	31
2.2.4.2. Sistema unificado de clasificación de suelos.....	32
2.2.4.3. Ensayo de corte directo.....	33
2.2.4.4. Ensayos realizados en laboratorio.....	34
2.2.5. Parámetros y porcentajes del diseño de Tanque Imhoff.....	39
2.2.6. Solución frente a filtraciones de agua.....	41
2.2.7. Tipos de Agua Residual.....	44
2.2.8. Características de las Aguas Residuales.....	46
2.2.8.1. Características Físicas.....	47
2.2.8.2. Características Químicas.....	49
2.2.8.3. Características Biológicas.....	53
2.2.9. Tratamiento de las aguas residuales.....	55
2.2.9.1. Tratamiento preliminar.....	56
2.2.9.2. Tratamiento primario.....	58
Proceso del tanque Imhoff.....	61
Funcionamiento del tanque Imhoff.....	62
2.2.9.3. Tratamiento secundario.....	65
2.2.9.4. Tratamiento terciario.....	69
2.3. Definición de términos.....	71
2.4. Hipótesis.....	73
2.4.1. Hipótesis General.....	73
2.4.2. Hipótesis Especificas.....	73
2.5. Variables.....	74
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	74
2.5.2. Definición operacional de la variable.....	74
2.5.3. Operacionalización de la variable.....	75
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>76</b>
3.1. Método de investigación.....	76

3.1.1. Procedimiento.....	76
3.1.1.1. Recopilación de datos.....	77
3.1.1.2. Fase de Muestreo.....	77
3.1.1.2.1. Análisis de la Información.....	77
3.1.1.2.2. Medición de caudal.....	78
3.1.1.2.3. Recolección de muestra del agua residual.....	80
3.1.1.2.4. Periodo de diseño.....	81
3.1.1.2.5. Tamaño de la población.....	82
3.1.2. Metodología aplicada en la investigación.....	84
3.1.2.1. Etapa inicial de investigación.....	84
3.1.3. Etapa de campo.....	84
3.1.3.1. Selección de los puntos de muestreo.....	84
3.1.4 Etapa de laboratorio.....	84
3.1.4.1. Toma de muestra.....	85
3.1.4.2. Análisis físico químico.....	85
3.1.4.3. Análisis Bacteriológico.....	85
3.1.5. Aforo.....	85
3.2. Tipo de investigación.....	85
3.3. Nivel de investigación.....	86
3.4. Diseño de investigación.....	86
3.5. Población y Muestra.....	86
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	86
3.7. Procesamiento de la información.....	87
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	87
<b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>88</b>
4.1. Determinación del Caudal.....	88
4.1.1. Método Volumétrico – Aforo.....	88
4.1.2. Método del Vertedero – Triangular.....	89
4.2. Determinación de la población futura.....	92
4.2.1. Cálculo de la Población actual.....	92
4.2.2. Cálculo de la Población Futura - Método Geométrico.....	93
4.3. Calidad Física, Química y Bacteriológica del agua residual.....	94
4.3.1. Parámetros evaluados en laboratorio – análisis físicos y químicos..	94

4.3.2. Parámetros evaluados en laboratorio - análisis Bacteriológico.....	96
4.4. Evaluación de resultados.....	97
4.5. Criterios de diseño del Tanque Imhoff.....	98
4.5.1. Diseño de la Zona de Sedimentación.....	98
4.5.2. Diseño del digestor.....	103
4.5.3. Tiempo requerido para digestión de lodos.....	105
4.5.4. Lechos de secado de lodos.....	107
4.5.5. Cuidado del tanque Imhoff.....	109
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>111</b>
CONCLUSIONES.....	115
RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
• Bibliográficas.....	118
• Páginas web.....	120
ANEXOS.....	121
• Matriz de consistencia.....	122
• Informe de ensayo físico, químico.....	123
• Reporte de ensayo bacteriológico.....	124
• Estudio de mecánica de suelos.....	125-128
• Solicitud de autorización para realizar la toma de muestra y determinación del caudal.....	129
• Planos.....	130-137
• Panel fotográfico.....	138-148

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Normativa en el sector de saneamiento.....	27
<b>Tabla 2:</b> Abertura de mallas de la serie americana.....	31
<b>Tabla 3:</b> Clasificación de suelos SUCS.....	33
<b>Tabla 4:</b> Parámetros del Tanque Imhoff.....	39
<b>Tabla 5:</b> Parámetros del agua residual LMP.....	39
<b>Tabla 6:</b> Parámetros de agua residual en el laboratorio Químico.....	40
<b>Tabla 7:</b> Parámetros de agua residual en el laboratorio Químico.....	40
<b>Tabla 8:</b> Tipos de agua residual.....	45
<b>Tabla 9:</b> Niveles y procesos de tratamiento de Agua Residual.....	71
<b>Tabla 10:</b> Materiales para el método de aforo.....	78
<b>Tabla 11:</b> Materiales para el vertedero triangular.....	79
<b>Tabla 12:</b> Materiales y equipos Muestreo del agua residual.....	80
<b>Tabla 13:</b> Población Estimada INEI.....	82
<b>Tabla 14:</b> Población total 2007-2017.....	82
<b>Tabla 15:</b> Medición de caudal día1.....	88
<b>Tabla 16:</b> Medición de caudal día 2.....	89
<b>Tabla 17:</b> Medición de alturas vertedero triangular.....	90
<b>Tabla 18:</b> Parámetros realizados en laboratorio del agua residual.....	94
<b>Tabla 19:</b> Parámetros realizados en laboratorio del agua residual.....	96
<b>Tabla 20:</b> Comparación del agua residual con los L. M. P de un sistema de tratamiento.....	97
<b>Tabla 21:</b> Factor de Capacidad relativa.....	103
<b>Tabla 22:</b> Tiempo de digestión.....	105

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa del Perú.....	17
<b>Figura 2:</b> Región Junín.....	17
<b>Figura 3:</b> Provincia de Huancayo.....	18
<b>Figura 4:</b> Distrito de Chilca.....	18
<b>Figura 5:</b> Localización - Desembocadura del río Chilca anexo de Auquimarca barrio la Pampa.....	19
<b>Figura 6:</b> Esquema del Tanque Imhoff.....	60
<b>Figura 7:</b> Funcionamiento del Tanque Imhoff.....	62
<b>Figura 8:</b> Lecho de secado.....	108

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes en el barrio la Pampa en el anexo de Auquimarca?, y el objetivo general fue: Diseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca, y la hipótesis general fue: El diseño de un sistema de tratamiento permite mejorar la calidad de las aguas residuales en el barrio la Pampa del Anexo de Auquimarca.

El método general de la investigación fue el científico, el tipo fue aplicada, el nivel fue descriptivo y el diseño es no experimental - transversal. La población estuvo conformada por el anexo de Auquimarca y la muestra fue el barrio la Pampa.

Se concluye que los resultados de la evaluación de las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua residual tiene factores contaminantes por tal razón es necesario la construcción de un diseño de sistema de tratamiento mediante el Tanque Imhoff.

### **Palabras claves:**

- Diseño de sistema de tratamiento
- Aguas residuales
- Tanque Imhoff.

## **ABSTRACT**

The present research work had as a general problem: What is the design of a wastewater treatment system coming from the La Pampa neighborhood in the annex of Auquimarca ?, and the general objective was: To design the wastewater treatment system in the La Pampa neighborhood of the Auquimarca annex, and the general hypothesis was: The design of a treatment system allows improving the quality of wastewater in the La Pampa neighborhood of the Auquimarca Annex.

The general method of the investigation was the scientific one, the type was applied, the level was descriptive and the design is non-experimental - transversal. The population was made up of the Auquimarca annex and the sample was the neighborhood of La Pampa.

It is concluded that the results of the evaluation of the physical, chemical and bacteriological characteristics of the wastewater have contaminating factors, for this reason it is necessary to build a treatment system design using the Imhoff Tank.

Keywords:

- Design of treatment system
- Sewage water
- Imhoff tank

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo denominado “Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes del anexo de Auquimarca - Pampa”, contiene el desarrollo según estructura del informe de investigación que consta de 5 capítulos:

El capítulo I, contiene el problema de investigación. En este capítulo se trata la descripción de la realidad problemática sobre las aguas residuales formulándose para ello, el problema general y problemas específicos, tal como la justificación, delimitación y objetivos general y específicos para el desarrollo de trabajo de investigación.

El capítulo II, contiene marco teórico. Se precisan los antecedentes tanto internacionales, nacional, regional referente al tema de estudio, así mismo contiene la revisión de la literatura sobre el agua residual, sus características, clasificación y tratamiento. También se sustenta la hipótesis general y específicas, se define conceptualmente las variables.

El capítulo III, contiene la metodología. Contiene el método de investigación empleado en el trabajo de campo se precisan el tipo, nivel y diseño, así como la población y los instrumentos y análisis de datos.

El capítulo IV, contiene la presentación de resultados, estos resultados están en función a los criterios de tanque Imhoff, la determinación del caudal y la calidad física, química y bacteriológica del agua residual.

El capítulo V, contiene discusión de resultados. Este capítulo se refiere al análisis de los resultados en relación a los antecedentes y al amparo de las teorías revisadas para la aplicación de la labor en la investigación.

Para culminar la investigación se describe las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Luis Jhonatan Mucha Sernaqué

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

En la actualidad en el barrio La Pampa del anexo de Auquimarca en el Distrito de Chilca, está en un proceso de crecimiento poblacional, esto implica la necesidad de construir redes de alcantarillado y desagüe pluvial, en épocas de lluvia sufren un colapso significativo, causando que los desagües se desborden en las viviendas y en las calles, generando contaminación en el medio ambiente, el deterioro y desgaste del pavimento, así también el no tratamiento del agua residual debido a la inexistencia de plantas de tratamiento en la región Junín. Los problemas detectados son de vital importancia resolverlos ya que la falta de mantenimiento en las redes de alcantarillado influye negativamente en la salud de la población, además de afectar al medio ambiente. Por lo tanto, urge su solución.

Si existe la necesidad de mejorar la salubridad en el barrio La Pampa en el anexo de Auquimarca del Distrito de Chilca, es necesario ampliar y mejorar las redes de alcantarillado, así como la disposición de sistemas de tratamiento, a fin de disminuir la contaminación de las aguas residuales, que son utilizadas para el regadío de los cultivos generando contaminación en los mismos y disminuir el incremento de enfermedades bacteriológicas en la zona de estudio.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes en el barrio la Pampa en el anexo de Auquimarca?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el caudal de las aguas residuales provenientes en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca?
- ¿Cuál es la población futura beneficiaria para el diseño del sistema de tratamiento para las aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca?
- ¿Cómo es la composición física, química y microbiológica de las aguas residuales que descargan al río Mantaro en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca?

## **1.3. Justificación de la investigación**

### **1.3.1. Práctica o Social**

El presente trabajo de investigación mejorará el rehusó de las aguas residuales como producto del sistema tratamiento, este sistema contribuirá a reducir el grado de contaminación del agua. Por ende, los agricultores se beneficiarán con el producto de sus siembras, evitando futuras enfermedades gastrointestinales y cutáneas, a su vez estas aguas no solo servirán para el riego sino también para el riego de áreas verdes en parques y jardines. La construcción de la planta servirá de modelo para los diferentes distritos del valle del Mantaro, de esta manera obtendrán beneficios los pobladores, el sistema de tratamiento se basa en el tanque Imhoff.

### **1.3.2. Científica o teórica**

La investigación propuesta buscará disminuir los impactos de contaminación hacia el agua, asumiendo las características del diseño en el RNE en el ápice de obras de saneamiento O.S. 090. El sistema de tratamiento se basa en el tanque Imhoff, desarrollado por el Dr. Karl Imhoff

de nacionalidad alemana, mediante este tanque propone la reducción de contaminación del agua residual.

### **1.3.3. Metodológica**

Para determinar los objetivos de estudio en el diseño de tratamiento de aguas residuales para ello empleamos la metodología propuesta como es la determinación del caudal, la determinación de la población y el análisis física, química y microbiológica del agua residual.

El diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto permitirá conocer su importancia la prevención del efecto negativo de las aguas residuales que provienen de actividades de uso doméstico, los tratamientos de aguas residuales incluyen la siguiente relación, pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y un tratamiento terciario. Por ello, este diseño de tratamiento de aguas residuales será una propuesta de innovación técnica y metodológica para cambiar la calidad de vida de la población para la Región Junín.

## **1.4. Delimitaciones**

### **1.4.1. Espacial**

La investigación se llevó a cabo en el barrio la Pampa en el Anexo de Auquimarca, distrito de Chilca de la Región Junín.

#### **Geografía:**

##### **Limites:**

- Por el norte: Provincia de Huancayo
- Por el este: Ocopilla
- Por el sur: Distrito de Huancan
- Por el oeste: Provincia de Chupaca

##### **Ubicación Geográfica:**

- Longitud: 75°0.7'08.08"
- Altitud: 3229.10 msnm
- Latitud: 12°04'24.37"

**Ubicación Política:**

\* País: Perú



*Figura 1:* Mapa del Perú

Fuente: Imágenes de google

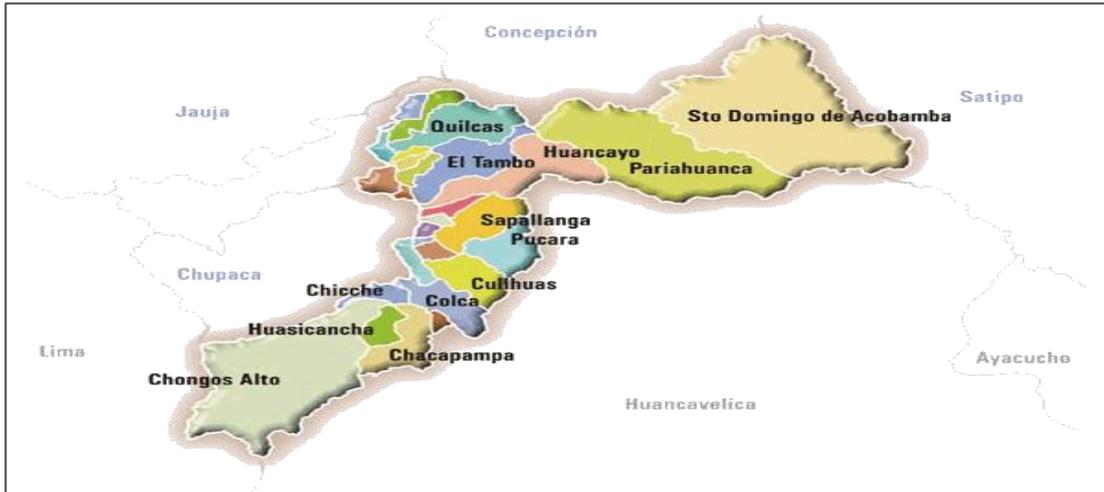
\* **Región:** Junín



*Figura 2:* Región Junín

Fuente: Imágenes de google

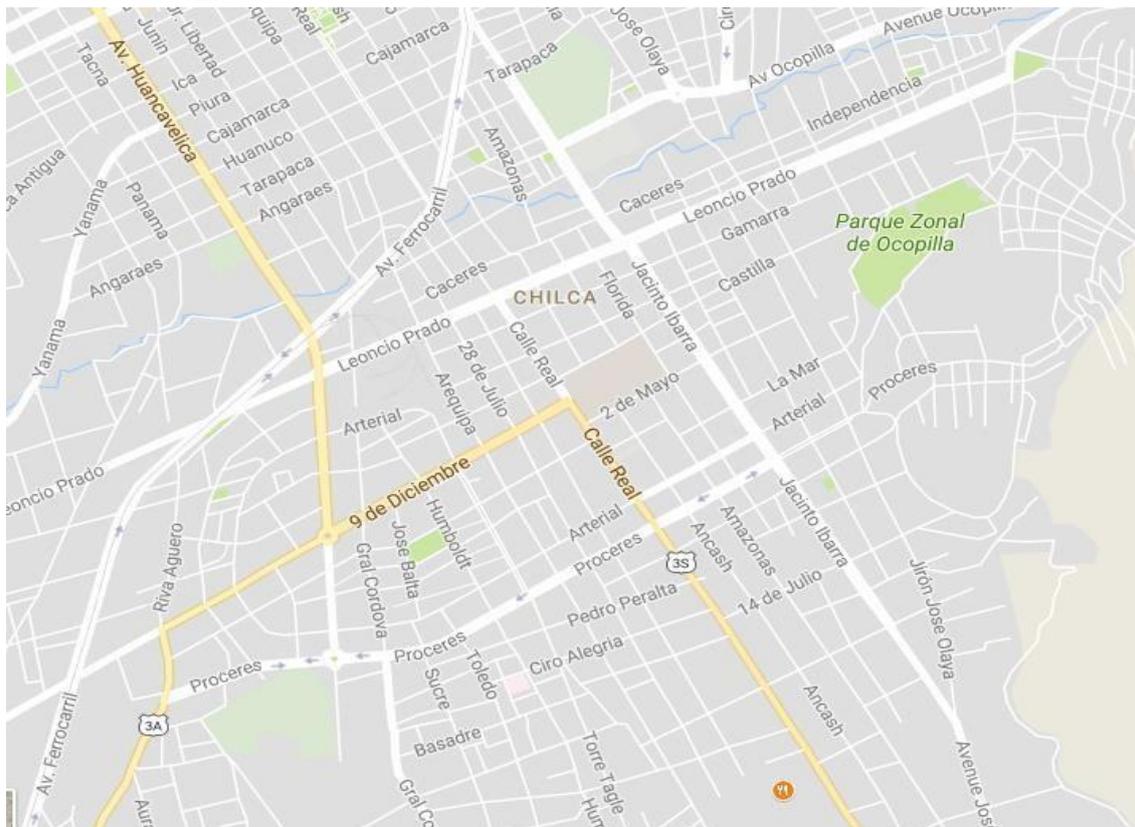
**\* Provincia: Huancayo**



**Figura 3:** Provincia de Huancayo

Fuente: Imágenes de google

**\* Distrito: Chilca**



**Figura 4:** Distrito de Chilca

Fuente: Google earth, fecha 04/06/2017 – 10:55 am



**Figura 5:** Desembocadura del río Chilca anexo de Auquimarca en el barrio la Pampa Fuente: Google earth, fecha 4/08/2017 10:58 am

#### **1.4.2. Temporal**

El trabajo de investigación se desarrolló en un tiempo entre los meses de mayo a septiembre del 2018.

#### **1.4.3. Económica**

El planteamiento del proyecto y desarrollo del trabajo de investigación no tuvo presupuesto de apoyo institucional ni de empresas privadas, todo el aporte económico para la ejecución del proyecto fue asumido por el autor de la investigación.

#### **1.5. Limitaciones**

Las limitaciones de la investigación se centran, que existen pruebas muy complejas y costosas para el estudio específico de las aguas residuales y otros tipos de compuestos relacionados al área de estudio, se realizaron pruebas las cuales son más accesibles a la realidad, pero que son los necesarios para determinar los datos, resultados confiables con respecto a la temática de la investigación. Por otra parte, no hubo acceso a la obtención de datos para la realización del trabajo esto por parte del municipio, pero

este se subsano con las fuentes del INEI, a fin de poder realizar el estudio y respectivo diseño.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

□ Diseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el caudal de las aguas residuales provenientes del barrio la Pampa en el anexo de Auquimarca.
- Calcular la población futura quienes se beneficiarán con la aplicación del diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca
- Determinar la composición física, química y microbiológica de las aguas residuales que descargan al río Mantaro en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **a) A nivel internacional**

Coronel, (2006) en su trabajo de investigación doctoral en la Universidad Politécnica de Madrid, denominada “Justificación del empleo de nuevos indicadores biológicos en relación con la calidad de aguas”, trabajo para optar el grado académico de doctor en proyectos de inversión. Cuyo objetivo establecido es que las estaciones depuradoras de aguas residuales es mantener un equilibrio en la calidad del agua de salida, antes de verter su efluente a los cauces públicos,

Llego a la siguiente conclusión, que el empleo del recurso hídrico en diversas actividades humanas lo convierte en vehículo de desechos, denominándose aguas residuales. De este modo el agua puede ser reutilizada después de su tratamiento. Especialmente, las características microbiológicas que se contienen en los parámetros a nivel mundial pueden no resolver convenientemente la calidad del agua tratada.

Torres, (2016) realizó un estudio sobre “Propuesta de mejoramiento de las operaciones en la planta de tratamiento de agua residual en el municipio de la calera Cundinamarca”. Trabajo para Optar al Título de Ingeniera Civil, cuyo propósito fue la creación de una trampa de grasas que permita eliminar dichas sustancias del líquido, antes de su entrada a los reactores. Acción que pretende mejorar el comportamiento de las reacciones biológicas dentro de los tanques, ya que al ser

reacciones basadas principalmente entorno al oxígeno, las grasas y aceites roban mucho oxígeno, que es necesario para descomponer y sedimentar la materia orgánica presente en el líquido. Llego a la siguiente conclusión La implementación de la trampa de grasas permite remover en promedio el 90% de las grasas y aceites que ingresan al sistema, permitiendo que la reacción del oxígeno dentro de los reactores tenga un mejor comportamiento, la operación sea más efectiva y los organismos se eliminen en mayor medida.

Torres, (2014) en su tesis denominado “Tratamiento de aguas residuales mediante la combinación de técnicas avanzadas de oxidación y biofiltros”, con el propósito de optar el grado de Doctor en Ingeniería Ambiental y Desalinización, cuyo objetivo fue Desarrollar y optimizar procesos económicos y eficientes en el trato del agua residual de cinco industrias específicas y representativas de los procesos industriales en Ecuador. Llego a la siguiente conclusión El agua de los pozos de monitoreo de las estaciones de servicio investigadas, al presentar una contaminación mayor por diésel, evidencia una menor concentración de compuestos aromáticos. Los compuestos alifáticos del diésel fueron mineralizados hasta un 79% por el proceso de Fenton. Se evidenció que el proceso de foto-Fenton no incrementó de forma significativa la eficiencia de mineralización de los compuestos alifáticos.

Guaquipana, (2016) realizó el estudio sobre “Diseño de un sistema de depuración de aguas residuales con metodología ambientalista para el sector de Guanujo, Alpachaca, Primero de Mayo y Negro Yacu del Cantón Guaranda Provincia de Bolívar.”, el objetivo propuesto fue ayudar con la calidad de vida de la población para la franja en intrusión, reflejando el impacto negativo del agua residual que modifican la ecología del ecosistema, llego a la siguiente conclusión de plantear el diseño de un método de depuración de aguas excedentes la cual se forma como sigue, una rejilla y un desarenador en el tratamiento preliminar, tanque Imhoff como en el tratamiento primario y un filtro anaerobio de flujo ascendente utilizado en el tratamiento secundario.

Morán, (2014) funda el estudio denominado “Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz”, su propósito propuesto fue trazar una planta de proceso de aguas excedentes. Se hizo un estudio fisicoquímico y microbiológico del agua residual, el punto fue en el desfogue de la red de alcantarillado, el estudio de los puntos recogidos se partió de dos fases, en la primera *insitu* y la segunda en laboratorio. Llego a la siguiente conclusión, el sistema de tratamiento que se eligió partió de las unidades como: canal de entrada con rejillas con un bypass, desarenador, trampa de grasas, tanque sedimentador rectangular, filtro percolador, y un patio de deshidratación también se realiza planos y características asociadas a cada unidad de tratamiento.

#### **b) Antecedentes nacionales**

Miñano y Hidalgo, (2016) desarrollaron el trabajo de investigación denominado “Culminación del sistema de alcantarillado, tratamiento y vertimiento mediante tanque Imhoff y filtros biológicos para el centro poblado “El Olivar”- LIMA” , para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, cuyo objetivo del proyecto, es la culminación de la Instalación de redes colectoras de desagües, el emisor y la construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales para la el Centro Poblado El Olivar; con lo cual se evitará la contaminación de las aguas de los canales de regadío, de los terrenos agrícolas, y por ende el río Chillón; contribuyendo a la conservación del medio ambiente de la zona, beneficiando al ecosistema existente y a la población local.

Llegaron a la siguiente conclusión: Los sistemas de tratamiento (Tanque Imhoff, Filtro Biológico, Sedimentador y Zanjias) han sido diseñadas con la metodología CEPIS, y teniendo en consideración el RNE OS-090, como las consideraciones de la OPS y OMS. Añade que la base de saneamiento proyectada, contribuirá a mejorar el estatus de vida, así como las situaciones de salud de todos los habitantes, y resaltaré en el fortalecimiento de los movimientos económicas, para que la población del centro poblado El Olivar de un paso importante en su proceso de desarrollo. López y Herrera, (2015) desarrollaron el estudio denominado, “Planta de

tratamiento de aguas residuales para reusó en riego de parques y jardines en el distrito de la Esperanza, provincia Trujillo - La Libertad”

Trabajo realizado para optar el título de Ingeniero Civil, se plantearon como objetivo principal: Diseñar una Planta de tratamiento de aguas residuales para reúso en riego de parques y jardines en el Distrito de La Esperanza, Provincia Trujillo - La Libertad

Llegando a las conclusiones: Se plantea dos sistemas de procedimiento de aguas excedentes municipales para reutilizar como regadío prados y edenes en el Distrito La Esperanza, opción 1, con estanques prudenciales y opción 2, con una planta de tratamiento de barros removidos. La situación presente del recurso hídrico cada año va en desmedro, esta realidad faculta plantear la reutilización de aguas excedentes asistidas con una planta de tratamiento usando lodos removidos.

Espinoza, (2010) en su trabajo de investigación denominado “Planta de tratamiento de aguas residuales San Juan de Miraflores”. Trabajo para obtener el Grado de Máster en gestión y Auditorías ambientales, formulo el objetivo principal diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales, sustituya la laguna de estabilización previa, usando el terreno adecuado actual.

Como resultado del trabajo de campo llego a la siguiente conclusión. Habiendo una disminución en el área real de tratamiento, así como olor fétido en el área, se determina que la calidad actual del efluente del sistema no se halla con los parámetros de la norma para el uso de fin de riego agrícola.

Arocutipa, (2013) Realizo el estudio acerca de la “Evaluación y propuesta técnica de la planta de tratamiento de aguas residuales”, con el fin de obtener el título de ingeniero agrícola, El objetivo trazado fue evaluar cómo influyen los parámetros físicos, químicos y biológicos en la calidad del agua residual de la laguna de estabilización y trazar mediante una oferta técnica de una planta de proceso de aguas residuales, el fin fue

dominar el contagio ocasionada por efecto de las andanadas del agua residual, que son vertidos al cuerpo receptor.

La metodología que utilizo fue la evaluación, identificación y el requerimiento de datos y muestreo para diversos sitios del sistema, y después se determinó en laboratorio, en su estudio se obtuvieron resultados de las muestras como, demanda bioquímica de oxígeno en 5 días es 429 mg/l. afluente de 276 mg/l. en el efluente, y la demanda química de oxígeno, es 904 mg/l. en el afluente de 620 mg/l. en el efluente, al cotejar los datos obtenidos en el efluente en relación a LMP señalados en el D.S.003-2010-MINAM, se evidencia que el grado de contaminación es elevado para el contaminante potencial (DBO5, DQO). Superan los LMP en más del doble, contaminando y perturbando la vida acuática en el río Inambari, las aguas residuales en el efluente no están en relación a los parámetros de los LMP que son vertidos a un punto final.

Finaliza en determinar las características de mencionado problema, estos aspectos se han examinado sus efectos que ellos propician, y también la contaminación del ambiente, lo que inicia una negativa calidad de vida de las personas. Se trata de planear una solución técnica de una planta de tratamiento de agua residual, este sistema de tratamiento, contribuirán a neutralizar los golpes perjudiciales en la salud y su contexto creados en el incorrecto movimiento de la laguna de estabilización.

Alanoca, (2008) en su trabajo de investigación, "Evaluación de la eficiencia operacional mediante las características Físico - Químicas y Biológicas de los afluentes y efluentes de las lagunas de estabilización en Llave" Tesis para obtener título de Ingeniero Agrícola, tuvo como objetivo establecer la eficacia operacional con las diferencias físicas - químicas y microbiológicas para afluente y efluente de la laguna.

Llego a la siguiente conclusión. La eficacia de tratamiento del sistema para la características físicas, químicas y biológicas en los puntos valorados resultaron: Sólidos Totales 25.68%, Sólidos Sedimentables 42.15%, DBO5 54.92%, DQO 21.85%, Coliforme Total 69.15% y Coliforme Fecal 63.08%.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Agua Residual**

El término de agua residual se utiliza para referirse al contenido variado que presenta los líquidos y restos densos que proceden en el sistema de abastecimiento de una ciudad que sufrido cambios por la acción de varias rutinas en actividades realizada por trabajadoras del hogar, industrias, comercios, agropecuarios, ganaderos, etc. Formal a la naturaleza del agua residual en el instante de la descarga, es imposible de ser usados, al ser vertidas en diversos cuerpos receptores con la inexistencia de un tratamiento preliminar alcanzan cambios de los del medio ambiente tanto terrestre como acuático, inclusive perjudicando la salud humana.

Sans y Ribas, (1989) el agua residual es aquella que se han empleado en diferentes procesos y se transformado su calidad lograr cercar toda clase de agua que discurran a estancar al drenaje público.

Sans y Ribas, (1989) sostiene que el agua excedente de aspecto común o caseras son las que proceden de los focos de la población, como de lugares comerciales, públicos y de zonas festivos. Sin valorar su origen, el agua habitualmente tiene por lo general la idéntica característica. El agua logra ir asistidas de aguas residuales industriales, si existen industrias que derramen sus aguas al drenaje público, por ende; se modifican su característica de las mismas y salen de la categorización de aguas residuales comunes.

Glynn y Heinke, (1999) el agua residual ordinaria contiene residuos que proceden de baños, cocinas, lavanderías, que siempre van al drenaje público para él envió a una disposición final. Es una mezcla complicada para contaminantes orgánicos e inorgánicos para el material en suspensión como disueltos. La agrupación que representa es pequeña y se identifican como mg/L. Su correlación es peso/volumen en identificar concentración de componente del agua residual, pudiendo establecer la relación peso/peso como mg/kg o ppm.

Rolim, (2000) expresa el agua residual logra puntualizarse que el agua que proceden del sistema de provisión de agua de una ciudad luego,

de ser cambiada por diferentes usos para acción doméstica, industrial comunitaria, habiendo almacenadas por la red de alcantarillado donde llevará a un lugar adecuado.

Tchobanoglous, (1996) expresa para el agua residual común se puede añadir en la ilustración en la mixtura del agua residual común con el agua de drenaje pluvial, agua excedente de inicio industrial, dado que estas plasmen con las necesidades al ser aceptadas en los sistemas de alcantarillado al ser mezclado.

Sáenz, (1985) el agua residual doméstica se inicia especialmente en las habitaciones, instalaciones sanitarias, lavado de utensilios domésticos, grifos de baño lavado de ropa y otros usos. El volumen creado en función del grado de educación y costumbres de una población. El agua residual doméstica como producto de los hogares que tienen un sistema de abastecimiento de agua interconectada a redes de alcantarillados donde se vierten las aguas servidas de los hogares de la población.

### **2.2.2 Marco legal de aguas residuales domésticas en el Perú.**

En el Perú, el sector saneamiento, pertenece al sector público. La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, SUNASS, es la encargada de regular, supervisar y fiscalizar el mercado de servicios de agua potable, enmarcado en la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338 y su Reglamento. En la tabla 1 muestra el resumen del marco legal en el Perú para el sector saneamiento.

Tabla N°1

Normativas en el sector saneamiento

Constitución Política del Perú.	31/10/1993	Base del ordenamiento jurídico nacional.
Ley General de Salud.	Ley N° 26842	El abastecimiento del agua, alcantarillado, disposición de excretas, reusó de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilaría su cumplimiento.
Ley General del Ambiente.	Ley N° 28611	El estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de reutilización considerando como premisa la obtención
		de la calidad necesaria de reusó, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizan.
Aprueban los ECA para agua.	D.S. N° 002-2008-MINAM	Aprueban estándares de calidad ambiental para agua publicado en el Diario El Peruano.
Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR Domésticas o Municipales.	D.S. N° 003-2010- MINAM	Cumplimiento de los límites máximos permisibles de PTAR.
Estándares de calidad de agua, Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM.	Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM.	Decreto Supremo, se establecen los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgos para la salud ni el ambiente.

Reglamento Nacional de Edificaciones – Obras de saneamiento OS.090.	RNE- OS- 090	La normativa está enfocada a los parámetros que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales y los proceso preliminar, primario, secundario y terciario que deben experimentar antes de su descarga al cuerpo receptor.
---	--------------	---

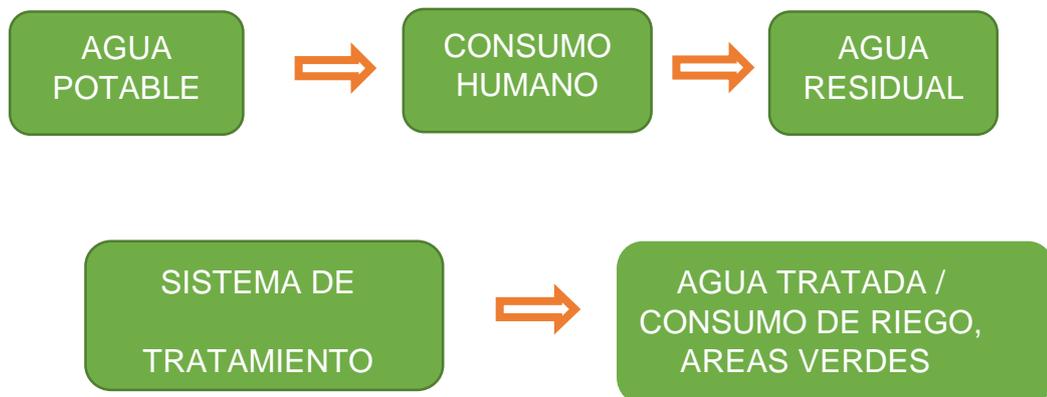
Fuente: Fonam 2014.

### 2.2.3. Forma de captación del agua residual:

La captación del agua residual tendrá una disposición para el rehusó de riego agrícola y áreas verdes como parques y jardines.

Según Salas (2017) señala, que la reutilización de aguas residuales exige la adopción de medidas de protección de la salud pública. El tratamiento de las aguas residuales para fines de reutilización o regeneración de aguas, tiene como fin principal la reducción considerable de los microorganismos patógenos, además de la eliminación de malos olores u otras sustancias que pudiesen tener un efecto negativo en la práctica de su utilización, en el caso de riegos agrícolas, los sólidos en suspensión que pueden obstruir las boquillas de los aspersores y goteros.

En la siguiente ilustración muestra el procedimiento habitual de consumo de agua donde vemos que, para el uso de riego agrícola.



Respecto a los sistemas de riego, se realizará el riego por goteo es el más adecuado para utilizar agua tratadas. Se recomienda la utilización en general de

dispositivos que disminuyan las pérdidas por evaporación, escorrentía e infiltración, como por ejemplo el uso de reguladores de presión, goteros compensantes, válvulas y sistemas antidrenantes.

Debe minimizarse el riesgo de encharcamiento, además hay que asegurar que la escorrentía superficial quede confinada en el propio terreno. Esto puede conseguirse con la automatización de los sistemas de riego.

También se realizará por un sistema de riego por aspersión o microaspersión existe la posibilidad de que se produzca aerosolización, es decir, la dispersión del fluido en forma de aerosol, sobre todo cuando se trabaja con presiones medias-altas y diámetros de boquilla pequeños. En este caso deben cumplirse las siguientes exigencias para evitar o minimizar el contacto de las personas con el agua.

- El riego debe hacerse preferentemente de noche o cuando las instalaciones estén cerradas al público. Además, debe programarse de modo que las plantas dispongan del tiempo suficiente para secarse antes de que los usuarios tengan acceso a la zona regada.
- Se deben utilizar aspersores de tipo emergente que permanezcan tapados a nivel del suelo cuando no estén regando.
- Los aspersores a utilizar deben ser de corto alcance y baja presión, lo que evita que se formen gotas finas o muy finas.

#### Barras múltiples para el uso de las aguas residuales (OMS 2006)



## **2.2.4. Estudio de Mecánica de suelos**

### **2.2.4.1. Granulometría**

Las propiedades mecánicas de los suelos están íntimamente relacionadas con el tamaño y la forma de las partículas que los integran. Un suelo puede estar constituido predominantemente por partículas de tamaños muy semejantes entre sí, o bien, puede encontrarse con él una gran diversidad de tamaños, “Si se hace pasar una porción de suelo a través de una serie de mallas o tamices de aberturas conocidas”, como los que indica la tabla 2, en cada una de ellas se irán deteniendo las partículas cuyo tamaño es mayor que la abertura de la malla que los retiene y menor que la inmediata superior” (Gonzales, 2002).

A partir del tamiz N° 4 se diferencian los agregados finos de los gruesos, es decir de los tamaños 76.200 mm. a 4.750 mm. se consideran agregados gruesos (gravas), y de los tamaños 4.750 mm. a 0.075 mm. se les considera agregados finos(arenas), por último, el porcentaje que pasa la malla -200, y según el ASTM D 1140, se le considera material fino (limos y arcillas).

Por otro lado, la curva granulométrica representa en una gráfica, los resultados obtenidos en el laboratorio de un suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman. Para graficar la curva granulométrica, debemos tomar en cuenta que los porcentajes de muestra que pasa cada uno de los tamices, se encuentran en el eje de las ordenadas y a una escala aritmética, en cambio la ordenación de la abertura del tamiz se encuentra en el eje de las abscisas y con una escala logarítmica; esto para facilitar la construcción de la curva granulométrica. El propósito del análisis granulométrico, es determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo y fijar en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distintos tamaños que el suelo contiene. (Das, 1999).

Tabla 2:  
Aberturas de mallas de la serie americana.

<b>TAMICES</b>	
<b>NÚMERO DE MALLAS ABERTURA (Pulg.)</b>	<b>ABERTURA(mm)</b>
<b>3"</b>	76.200
<b>2 ½"</b>	63.500
<b>2"</b>	50.800
<b>1 ½"</b>	38.100
<b>1"</b>	25.400
<b>¾"</b>	19.050
<b>½"</b>	12.700
<b>⅜"</b>	9.525
<b>¼"</b>	6.350
<b>Nº 4</b>	4.750
<b>Nº 6</b>	3.360
<b>Nº 8</b>	2.360
<b>Nº 10</b>	2.000
<b>Nº 16</b>	1.180
<b>Nº 20</b>	0.850
<b>Nº 30</b>	0.600
<b>Nº 40</b>	0.425
<b>Nº 50</b>	0.300
<b>Nº 80</b>	0.180
<b>Nº100</b>	0.150
<b>Nº 200</b>	0.075
<b>- 200</b>	<b>ASTM D 1140</b>

Fuente: Agua y agro (2015)

#### 2.2.4.2. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Este sistema, originalmente introducido por el Dr. Arthur Casagrande como “Sistema de clasificación de suelos para Aeropuertos”, durante los años de la segunda Guerra Mundial, fue ligeramente modificado, posteriormente por el “U.S. Army Corps of Engineers” y el “U.S. Bureau of Reclamation”, para adoptarlo a usos en caminos, presas de tierra y cimentaciones; actualmente se le conoce como sistema unificado.

Este sistema ofrece la doble ventaja de ser fácilmente adaptable al campo y al laboratorio, requiriendo poca experiencia y unas cuantas pruebas sencillas para determinar al grupo al cual pertenece un suelo dado. Por tomar en cuenta la granulometría, la graduación y las características de la plasticidad, describe los suelos de tal manera que es fácil, con un poco de criterio, asociar a cada grupo de suelo el orden de magnitud de las características mecánicas, más importantes y, por consiguiente, su adaptabilidad a diversos usos en la construcción. (Desena, 2003).

Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turbas), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos (Desena, 2003).

- **Suelos Gruesos.** Se dividen en gravas (G) y arena (S), y se separan con el tamiz No. 4, de manera que un suelo pertenece al grupo de grava si más del 50% retiene el tamiz No. 4 y pertenecerá al grupo arena en caso contrario.
- **Suelos Finos.** El sistema unificado considera los suelos finos divididos entre grupos: limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos y arcillas orgánicas (O). Cada uno de estos suelos se subdivide a su vez según el límite líquido, en dos grupos cuya frontera es  $LI = 50\%$ . Si el límite líquido del suelo es menor de 50 se añade - 12- al símbolo general la letra L (low compressibility). Si es mayor de 50 se añade la letra H (high compressibility).

A continuación, se presenta en la tabla 3, la clasificación de suelos según las combinaciones existentes encontradas en el campo de trabajo, resaltando que la

fuelle presentada es referencial, debido a que en la conformación de esta tabla intervienen diferentes factores dominados por experiencias propias adquiridas del autor.

Tabla 3:  
Clasificación de suelos S.U.C.S.

<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
<b>SIMBOLO DE GRUPO</b>	<b>NOMBRE DEL GRUPO</b>
<b>GW</b>	Graba bien graduada
<b>GP</b>	Grava mal graduada
<b>GM</b>	Grava limosa
<b>GC</b>	Grava arcillosa
<b>GW-GM</b>	Grava bien graduada con limo
<b>GW-GC</b>	Grava bien graduada con arcilla
<b>GP-GM</b>	Grava mal graduada con limo
<b>GP-GC</b>	Grava mal graduada con arcilla
<b>SW</b>	Arena bien graduada
<b>SP</b>	Arena mal graduada
<b>SM</b>	Arena limosa
<b>SC</b>	Arena arcillosa
<b>SW-SM</b>	Arena bien graduada con limo
<b>SW-SC</b>	Arena bien graduada con arcilla
<b>SP-SM</b>	Arena mal graduada con limo
<b>SP-SC</b>	Arena mal graduada con arcilla
<b>CL</b>	Arcilla de baja plasticidad
<b>ML</b>	Limo de baja plasticidad
<b>OL</b>	Limo / Arcilla orgánica
<b>CH</b>	Arcilla de alta plasticidad
<b>MH</b>	Limo de alta plasticidad
<b>OH</b>	Limo / Arcilla orgánica
<b>PT</b>	Turba

Fuente: SUCS – NPT 339.134

### **2.2.4.3. Ensayo de Corte Directo**

La finalidad de los ensayos de corte, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en terreno producto de la aplicación de una carga (Das, 1999).

Para conocer una de estas resistencias en laboratorio se usa el aparato de corte directo, siendo el más típico una caja de sección cuadrada o circular dividida horizontalmente en dos mitades. Dentro de ella se coloca la muestra de suelo y se aplica una carga vertical de confinamiento y luego una carga horizontal creciente que origina el desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra. Los ensayos de corte directo en laboratorio se pueden clasificar en tres tipos según exista drenaje y/o consolidación de la muestra, por lo tanto, los valores de “c” y “ $\phi$ ” dependen esencialmente de la velocidad del ensayo y de la permeabilidad del suelo.

### **2.2.4.4. Ensayos realizados en laboratorio.**

Para la proyección del trabajo se realizó el estudio de mecánica de suelos en el Anexo de Auquimarca – del Barrio la Pampa con la finalidad de determinar el tipo de suelo del terreno para nuestro sistema de tratamiento el tanque Imhoff. Para la realización se ejecutó en el laboratorio de C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

- Se realizaron ensayos de Análisis Granulométrico – Clasificación Sucs y clasificación Aastho.
- Ensayo de corte directo mediante la norma NTP 339.171
- Análisis de capacidad admisible del terreno

Los ensayos fueron realizados en los terrenos de la proyección del terreno, mediante una calicata C- 1, toma de muestra y ensayos realizados en el laboratorio especializado.

## Reporte de ensayo de laboratorio

Calicata: C-1

Muestra: M-1

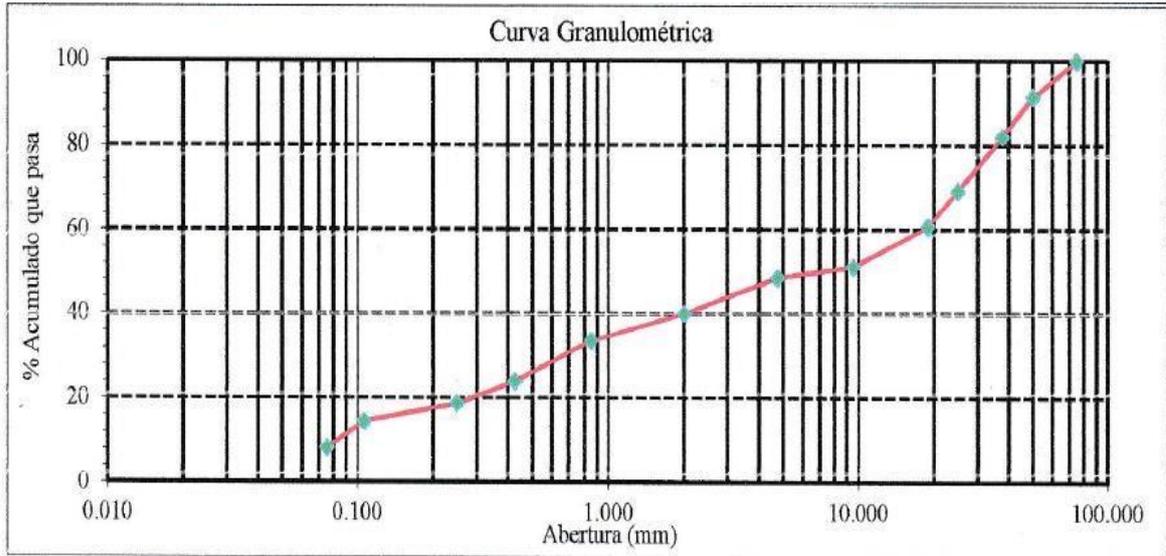
Profundidad: 2m

<b>Método de Ensayo para el Análisis Granulométrico NTP 339.128</b>				
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Acumulado Retenido</b>	<b>% Que pasa</b>
3 pulg.	75.000	0.0	0.0	100.0
2 pulg.	50.000	8.5	8.5	91.5
1 1/2 pulg.	37.500	9.6	18.0	82.0
1 pulg.	25.000	12.7	30.8	69.2
3/4 pulg.	19.000	8.5	39.3	60.7
3/8 pulg.	9.500	9.6	48.8	51.2
No. 4	4.750	2.7	51.5	48.5
No. 10	2.000	8.5	60.0	40.0
No. 20	0.850	6.4	66.3	33.7
No. 40	0.425	9.6	75.9	24.1
No. 60	0.250	5.3	81.2	18.8
No. 140	0.106	4.2	85.5	14.5
No. 200	0.075	6.4	91.8	8.2
Fondo		8.2	100.0	

<b>Fraciones Granulométricas</b>		<b>Contenido de Humedad NTP 339.127</b>	
% Grava	51.5	% Humedad	4.2
% Arena	40.3		
% Finos	8.2		

<b>Clasificación SUCS NTP 339.134</b>		<b>Clasificación AASTHO NTP 339.135</b>
Simbolo	GW-GM	A-1-a (0)
Nombre	Grava bien graduada con limo y arena	

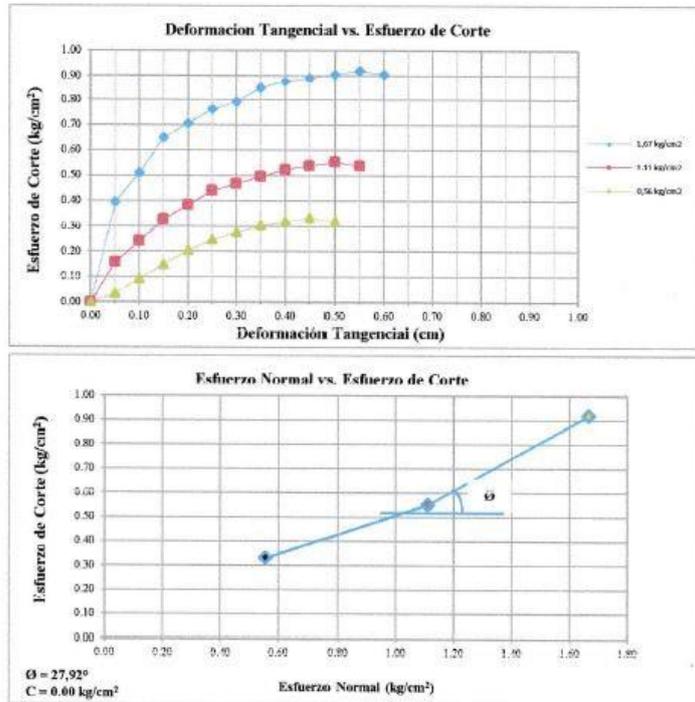
Se determinó mediante el estudio de suelos para la proyección del trabajo se tiene un suelo de Grava bien graduado con limo y arcilla GW-GM según clasificación SUCS NTP. 339.134 y clasificación AASTHO NPT 339.135 suelo A1-a (0).



### I. Ensayo de Corte Directo NTP 339.171

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1  
 Profundidad (m) : 2.00  
 SUCS : GW-GM  
 Especimen : Remoldeado (mat. < Tamiz No. 4)

Página 1 de 2



**II. Ensayo de Corte Directo  
NTP 339.171**

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1  
 Profundidad (m) : 2.00  
 SUCS : GW-GM  
 Especimen : Remoldeado (mat. < Tamiz No. 4)

Página 2 de 2

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Densidad húmeda inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.808	1.808	1.808
Densidad seca inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.735	1.735	1.735
% Contenido de humedad inicial	4.2	4.2	4.2
Densidad húmeda final (g/cm <sup>3</sup> )	2.112	2.107	2.103
Densidad seca final (g/cm <sup>3</sup> )	1.818	1.804	1.791
% Contenido Humedad Final	16.2	16.8	17.4
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de Corte Maximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.331	0.552	0.920
Angulo de Friccion Interna	: 27.92 °		
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	: 0.00		

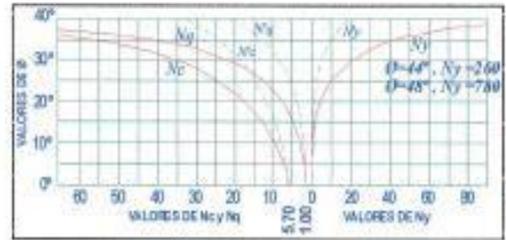
### ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO

Expediente N° : 2108-2020  
 Nombre del tope : Loma Ibratan Macha Serravallo  
 Nombre de la tope : Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual proveniente del sector de Aquispampa - Pango  
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Italia  
 Fecha de emisión : 21-08-20

N° de muestra : M-1  
 N° de calicata : C-1

Clasificación SUCS:

Peso Específico	$\gamma_m$	<b>GW-GM</b>	
Angulo de Fricción	$\phi$	1.808	g/cm <sup>3</sup>
Cohesion	C	27.92	kg/cm <sup>2</sup>
		0.00	kg/cm <sup>2</sup>



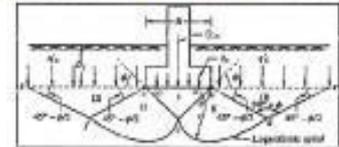
Según Terzagui

Capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas

$Q_{ult}$  = Capacidad de Carga Última

$Q_{adm}$  = Capacidad Admisible

$$Q_{ult} = 1.3cN_c + \gamma D_r N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$



CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE LA CIMENTACION					
TIPO DE FALLA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA					
Peso Especifico (kg/cm <sup>3</sup> )	$\phi$	C (kg/cm <sup>2</sup> )	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0.001808	27.92	0.00	31.43	17.66	13.54

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S. 2.0			
Base (cm)	Prof. (cm)	qult (kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (kg/cm <sup>2</sup> )

150	150	6.26	3.13
150	160	6.58	3.29
150	170	6.90	3.45
150	180	7.22	3.61
150	190	7.54	3.77
150	200	7.86	3.93
150	210	8.18	4.09
200	150	6.75	3.38
200	160	7.07	3.54
200	170	7.39	3.70
200	180	7.71	3.86
200	190	8.03	4.02
200	200	8.35	4.18
200	210	8.67	4.34
250	150	7.24	3.62
250	160	7.56	3.78
250	170	7.88	3.94
250	180	8.20	4.10
250	190	8.52	4.26
250	200	8.84	4.42
250	210	9.16	4.58
300	150	7.73	3.87
300	160	8.05	4.03
300	170	8.37	4.19
300	180	8.69	4.35
300	190	9.01	4.51
300	200	9.33	4.67
300	210	9.65	4.82

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S. 2.5			
Base (cm)	Prof. (cm)	qult (kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (kg/cm <sup>2</sup> )

150	150	6.26	2.51
150	160	6.58	2.63
150	170	6.90	2.76
150	180	7.22	2.89
150	190	7.54	3.02
150	200	7.86	3.14
150	210	8.18	3.27
200	150	6.75	2.70
200	160	7.07	2.83
200	170	7.39	2.96
200	180	7.71	3.09
200	190	8.03	3.21
200	200	8.35	3.34
200	210	8.67	3.47
250	150	7.24	2.90
250	160	7.56	3.03
250	170	7.88	3.15
250	180	8.20	3.28
250	190	8.52	3.41
250	200	8.84	3.54
250	210	9.16	3.66
300	150	7.73	3.09
300	160	8.05	3.22
300	170	8.37	3.35
300	180	8.69	3.48
300	190	9.01	3.60
300	200	9.33	3.73
300	210	9.65	3.86

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S. 3.0			
Base (cm)	Prof. (cm)	qult (kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (kg/cm <sup>2</sup> )

150	150	6.26	2.09
150	160	6.58	2.19
150	170	6.90	2.30
150	180	7.22	2.41
150	190	7.54	2.51
150	200	7.86	2.62
150	210	8.18	2.73
200	150	6.75	2.25
200	160	7.07	2.36
200	170	7.39	2.46
200	180	7.71	2.57
200	190	8.03	2.68
200	200	8.35	2.78
200	210	8.67	2.89
250	150	7.24	2.41
250	160	7.56	2.52
250	170	7.88	2.63
250	180	8.20	2.73
250	190	8.52	2.84
250	200	8.84	2.95
250	210	9.16	3.05
300	150	7.73	2.58
300	160	8.05	2.68
300	170	8.37	2.79
300	180	8.69	2.90
300	190	9.01	3.00
300	200	9.33	3.11
300	210	9.65	3.22

Remarks: results are for the assumed values of phi and gamma

### 2.2.5. Los parámetros y porcentajes del diseño del Tanque Imhoff

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos. Para comunidades hasta los 5000 habitantes, el Tanque Imhoff ofrece ventaja para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se llama tanques de doble cámara.

Cabe resaltar que esta alternativa resulta adecuada en caso de que no se cuente con grandes áreas de terreno para poder construir un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, además de que el Tanque Imhoff deberá estar instalado alejado de la población, debido a los malos olores que produce.

Tabla N° 4.  
Parámetros del Tanque Imhoff

Sólidos suspendidos	Reduce el 40% - 50%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	Reduce el 25% - 40%
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Reduce el 40% - 60%

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Martín y Hernández (2014).

Tabla N° 5.  
Parámetros del agua residual con los L. M. P

PARÁMETRO	UNIDAD	L.M. P. DEL EFLUENTE PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
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
Grasas y aceites	Mg/L	20
Sólidos sedimentables	Mg/L	20

Fuente: Ministerio del Ambiente D.S. N° 003- 2010

Tabla N° 6.

Parámetros del agua residual en laboratorio Químico - UNCP

ENSAYOS	RESULTADOS
Potencial de Hidrógeno (PH)	8.4
Conductividad Eléctrica	1200 $\mu\text{s/cm}$
Turbidez	358.0 NTU
Temperatura	16.0 °C
Sólidos Suspendidos Totales	296.0 mg/l
Oxígeno Disuelto	0.0 mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	366.0 mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	813.0 mg/l

Fuente: Resultados de laboratorio de Análisis Químico de la UNCP

Tabla 7.

Parámetros realizados en laboratorio de Química - UNCP

MUESTRA	COLIFORMES TOTALES NMP/100ml 24 Hrs / 37°C	COLIFORMES FECALES NMP/100ml 24 Hrs / 37°C
Agua Residual	$2,4 \times 10^7$	$9,3 \times 10^7$

Fuente: Resultados de laboratorio de Análisis Químico de la UNCP

La ley y su Reglamento (D.S. No. 001-2010-AG) regulan el uso y la gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta. Incluye las aguas residuales como parte de los recursos hídricos. Igualmente crea el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos como parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y que tiene por finalidad el aprovechamiento sostenible, la conservación y el incremento de los recursos hídricos, así como el cumplimiento de la política y estrategia nacional de recursos hídricos y el plan nacional de recursos hídricos en todos los niveles de gobierno y con la participación de los distintos usuarios del recurso. Es así que este Sistema desarrolla sus políticas en coordinación con el Ministerio del Ambiente, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Energía y

Minas, el Ministerio de Salud, el Ministerio de la Producción y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, así como con los gobiernos regionales y gobiernos locales, dentro del marco de la política y estrategia nacional de recursos hídricos.

#### **2.2.6. Solución frente a filtraciones de agua**

La situación actual del terreno donde se proyectará el presente estudio tiene presencia de nivel freático – agua para el diseño de nuestro sistema de tratamiento, las medidas a tomar para su presente solución son:

Las aguas serán evacuadas por medio de motobombas, conducidas mediante tuberías o mangas hacia el río Mantaro a fin de obtener un suelo estable para la construcción del sistema propuesto.

A su vez se tendrá que realizar un estudio Hidrogeológico del terreno para determinar la complejidad de las filtraciones, como parte de este estudio hidrogeológico se identificará las zonas de recarga y descarga del flujo de agua, también se tiene la necesidad de ejecutar los ensayos geofísicos para la interpretación de perfiles ante la presencia de frentes de infiltración.

a. Se propone un sistema de drenaje superficial con fines de evitar zonas de estancamiento y la evacuación adecuada de la escorrentía superficial hacia el río Mantaro ya que en el lugar existe presencia de pequeños riachuelos, que posteriormente puede generar inundaciones y colapso del sistema de tratamiento.

b. Sistema de Impermeabilización

Evidenciando la presencia de agua en el terreno proyectado para la construcción, posterior a la extracción del mismo se propone un sistema de Impermeabilización para el sistema de tratamiento según lo planteado, se recomienda una pantalla de impermeabilización compuesto de inyecciones de cemento. Este contempla la consolidación y la optimización de los terrenos naturales a través de inyecciones de productos químicos, habitualmente se realizan con lechadas de cemento mediante presión en zonas requeridas para una resistencia del sistema de tratamiento. Ya que nuestro fin es evitar que surja deficiencias con la construcción de nuestro sistema de tratamiento por la presencia de agua mediante la impermeabilización para el Tanque.

La permeabilidad en este estrato se proyectará un valor cercano a los 10-5 cm/s. es decir son materiales que pueden ser impermeabilizados con el empleo del cemento comúnmente empleado para la construcción convencional (Portland tipo MS) pero además es recomendable adicionar arcillas (bentonita). Para hacer efectivo este tratamiento el tipo de cemento deberá ser mucho más molido.

□ Pantalla Impermeable

Para la elaboración del diseño de la pantalla de impermeabilización se tendrán que considerar los resultados de las pruebas de permeabilidad, además de ensayos de laboratorio y de campo todo esto con el propósito de garantizar la buena operatividad de sistema en construcción.

La construcción de una pantalla de inyectado parte de la suposición, de que, durante este trabajo, se forma un volumen de afectación cilíndrico alrededor de la construcción, que representa la pantalla de inyecciones.

c. Utilización de geosintéticos para la impermeabilización de la estructura, permiten crear una barrera impermeable en suelos susceptibles a desestabilizarse, en estructuras con circulación de agua en las que prime la función de impermeabilidad. Usadas para estructuras enterradas se instalan dentro del suelo, atravesando la superficie de falla y con capacidad de resistir esfuerzos a flexión y cortante.

Se empleará el uso de geosintéticos que eviten problemas de impermeabilización. Los geosintéticos que reúnen todas las cualidades para el drenaje de todo tipo de estructuras enterradas. Se detalla geosintéticos para la impermeabilización.

- GEOSINTÉTICO DLT DREN G. Es un material en forma de huevera formado por una lámina nodular del polietileno de alta intensidad con un geotextil adherido cuya función principal es favorecer la filtración y solucionar posibles problemas de humedades
- GEOSINTÉTICO DLT DREN +G10. Este material es una lámina de 10 mm nodular de polietileno de alta intensidad (PEAD) en el que se adhiere un geotextil de polipropileno y que favorece el drenaje en estructuras enterradas. Tiene una resistencia de 400 Kn/m<sup>2</sup>. Este

geosintético es válido tanto para impermeabilizar drenajes horizontales como verticales. Entre sus ventajas destaca la rapidez y facilidad en cuanto a la instalación, respetuoso con el entorno, no presenta putrefacción, y es resistente a las agresiones químicas y ácidos.

- GEOSINTÉTICO DLT DREN 20. Igual que los geosintéticos anteriores, pero con la particularidad de que su resistencia es de 400 Kn/m<sup>2</sup>, El DREN 20 es una lámina drenante nodular, usado como capa de drenaje y protección de la impermeabilización en túneles y construcciones profundas.
- GEOTEXTIL DE BENTONITA. Formado por dos geotextiles cosidos entre sí y que encapsulan bentonita, este geosintético, es un producto innovador y altamente impermeabilizante. La bentonita es un material arcilloso de origen volcánico que, al entrar en contacto con el agua, se expande. Su principal función es la de impermeabilizar extensiones subterráneas.

Sedan Huancayo S.A. (2010). En la Provincia de Huancayo en relación al riego actual para los parques y zonas con áreas verdes públicas son con agua potable. Esta medida es prevista por SEDAM dentro del parámetros de prestación de servicio en saneamiento de Sedan Huancayo S.A. (Aprobado el 16 de Julio de 2010 por la superintendencia nacional de servicios de saneamiento). Cuyo artículo 32° en el uso para agua potable en regadío para parques y jardines se señala:

Para riego de parque, jardín y demás servicios para uso habitual, realizarán de predilección con el agua residual tratadas para la determinada finalidad, de no existir otra elección para el riego se procederá con agua potable. Este servicio se efectúa como:

- El área tiene que ser de ámbito público.
- Para su proyecto de instalaciones, el uso del servicio es aprobado por la empresa con premisa de parques, bermas o jardines.
- El riego se realice en horarios determinados en SEDAM HUANCAYO S.A. mostrando volumen y tiempo de riego.

- El municipio pertinente, garantiza el uso de elementos que accedan un riego racional.

El servicio será facturado a la municipalidad pertinente, quien lo ha pedido determinado en el reglamento de la Ley general de los servicios de Saneamiento. Si SEDAN HUANCAYO S.A. cambie la continuación y calidad del servicio con delimitaciones o racionamiento, no se hará el uso del servicio de agua potable si las causas de dicha modificación hayan cesado.

Al no contar con otra opción de riego, se hace uso de la utilización del agua potable. Por esta causa se muestra el rechazo de las aguas residuales para el regadío en la agricultura, superficies verdes y conseguir un ambiente, un entorno sostenible.

La planificación de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en su dato en el desarrollo humano para el año 2006 divulgado, se menciona como las vitales acciones que gasten buen importe de agua, en agricultura con 70 % del empleo universal, la industria con promedio de 23 %, y un uso doméstico de 7 %. En este porcentaje de 7 %, los seres humanos poseemos la libertad de elegir otras actividades para consumir agua sin ningún obstáculo (PNUD, 2006).

### **2.2.7 Tipos de Agua Residual**

Los tipos de agua residual provienen de diversas partes, obedeciendo a su origen son:

- Agua Residual Doméstica
- Agua Residual Industrial
- Agua Residual Municipal

**Tabla 8.***Tipos de agua residual*

<b>TIPO DE AGUA RESIDUAL</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>COMPOSICIÓN</b>
Agua Residual Doméstica	<p>Proviene de puntos de viviendas, edificios de comercio, instituciones, y demás. Se forman por razón de metabolismo humano y diversas acciones domésticas con terminaciones higiénicas. Son tratadas y reutilizadas en riego agrícola.</p> <p>El agua negra proviene de inodoros. Se transporta el residuo humano con excesiva cantidad en sólidos suspendidos, nitrógeno, microorganismo (cloriforme fecal).</p> <p>Aguas grises proceden de tinajas, duchas, lavamanos, lavadoras y demás. Contribuyen gran aumento en Demanda Bioquímica de Oxígeno, sólidos suspendidos, fósforos, grasas y microorganismo.</p>	<p>Sólidos de origen orgánico: proteínas (65%), carbohidratos (25%), lípidos (10%)</p> <p>Sólidos de origen inorgánico: Son los minerales pesados, sales y metal.</p> <p>El peso en agua es 99,9 % y el 0.1% son sólidos suspendidos, coloidales y disueltos, siendo la pequeña fracción la que evidencia mayores dificultades en el tratamiento y punto final de las aguas residuales.</p>
Agua Residual Industrial	<p>Se forman en los términos de producción, transformación, manipulación de productos o servicios que se propagaron en industrias o empresas. Contienen líquidos residuales, aguas en proceso y refrigeración.</p> <p>No se excluyen con un tratamiento convencional por su congregación superior y su naturaleza química, tienen que estar reguladas con tratamientos específicos.</p>	<p>Compuesto orgánico e inorgánico que tienen características contaminantes: compuesto orgánico – halogenados, hidrocarburos, cianuros, biácidas, productos fitosanitarios, metal pesado y demás. Tienen residuos tóxicos, persistentes y bioacumulables que llegan a trastornar el ambiente.</p>
Agua Residual Municipal	<p>Proceden de centros urbanos, en las viviendas y se combinan el agua residual industrial y agua de escorrentía pluvial. Se acopian en un punto colector y son llevadas a un EDAR (Estación depuradora del agua residual).</p> <p>Tiene una fracción insoluble líquida de tono lácteo, emulsionado y disuelto que tiene partículas insolubles del agua.</p>	<p>La composición es heterogénea tanto químicamente y físicamente:</p> <p>Compuesto orgánico (carbohidrato, proteína y lípido)</p> <p>Compuesto inorgánico (sales, residuo de material, tierra, papel)</p> <p>Microorganismos (Virus, algas, bacterias, hongos e insectos)</p>

Fuente: Borja M. Diseño de PTAR para la ciudad de Guaranda, Informe de vigilancia Tecnología – tratamientos avanzados de agua residual

### **2.2.8. Características del Agua Residual**

El agua residual es inevitable en la actividad humana, para obtener un tratamiento y punto final de las mismas, es imprescindible conocer sus características físicas, químicas y biológicas, su interpretación del análisis logrado y sus consecuencias relevantes en la fuente final de recepción.

El agua posee la capacidad de purificar, asemejar y convertir cierto conjunto en contaminantes, ya sea orgánico. En este caso se les atribuyen en ríos como los recipientes nativos del agua residual. Por otro lado, se excede en el vertido de las aguas residuales el agua receptora va disminuyendo en su calidad y uso para beneficios de la población.

CRITES, (1998) manifiesta las características del agua residual de un punto varía obedeciendo de aspectos como; consumo de agua potable, tipos de sistemas de alcantarillados, evidencia de migajas industriales y es preciso suponer las variaciones diarias del caudal.

El agua residual proviene tanto de casas de habitación como de compañías de origen industrial o de una mezcla de uno u otro (agua heterogénea), todas poseen características físicas, químicas y biológicas distintas y por ende las normativas donde establecen los puntos relevantes en su determinación.

Metcalf-Eddy, (1985) es la combinación de líquidos o agua portadora de residuo originario de residencias, institución pública, como centro comercial e industrial a la que casualmente se puede agregar aguas subterráneas superficiales y pluviales.

El agua superficial compone la contribución de la escorrentía superficial y las pluviales de las precipitaciones, en tanto, su punto de contaminación del agua es considerable, donde su fuente generadora y su vertido urbano es permanente, donde puede variar en sus cambios en sus horas.

### 2.2.8.1. Características Físicas

Las principales características físicas son:

#### a) Sólidos:

Para el agua residual coge diferentes características de materias densos que se inician por las hilachas inclusive de materias coloidales, en la precisión del agua, el material más orondo es revuelto constantemente previamente al examinar los sólidos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

- Sólidos totales (ST): Se precisa que la materia que se obtiene como residuo inmediatamente enseguida al someter el agua a un punto de ebullición con temperatura de 103 °C y 105°C.
- Sólidos suspendidos totales (SST): Es una fracción de los ST retenido en un filtro con una muestra específica medida enseguida donde ha secado a temperatura determinada.
- Sólidos disueltos totales (SDT): Pasan por un filtro, donde son evaporados y secados a una temperatura específica, la medida contiene coloides y SD.
- Sólidos sedimentables: Se expresa en milímetros por litros, por el cual se sedimenta fuera de la suspensión en el rango de tiempo determinado.

#### b) Turbiedad

Constituye un cálculo de las características de trasmisión de la luz del agua, generalmente se usa para mostrar la calidad del agua nativa y el agua residual alternadas forjando la correspondencia al material en pausa. El cálculo se ejecuta por balance para la intensidad de luz dispersa para la muestra y la luz dispersa por pausa de diferencia en similares situaciones (Crites & Tchobanoglous, 2000).

El material suspendido dificulta el camino de la luz, ya que absorbe o dispersa, un punto clave es una dimensión de la partícula en la turbiedad, la mayor turbiedad está en relación a la partícula de tamaño menor a 3  $\mu\text{m}$  y con partículas de tamaño con 0.1 y 1.0  $\mu\text{m}$  (Crites & Tchobanoglous, 2000).

c) Color

El agua residual es causada por los sólidos pasmados, material disgregado y núcleos en solución. El color causado por el sólido pasmados es denominado color ficticio y es producido por sustancias diluidas y coloidales para designar color real, este posterior se consigue al colar la muestra. El color se establece confrontando el color de la muestra y se promueve por medios de otras agrupaciones de cloroplatinato de potasio ( $K_2PtCl_6$ )

De cualidad del color es usado para determinar su condición general en donde se evidencia las aguas residuales. Como, el color café claro cerca de 6 horas después de tener una descarga, de lo contrario un color gris claro cuando el agua residual, ha sufrido un punto de descomposición y tienen un tiempo temporal en el sistema de recolección (Crites & Tchobanoglous, 2000).

d) Olor

Las aguas residuales inicialmente tienen un olor fétido, se forma de una gran diversidad de agregados nauseabundas donde son libres cuando causa degradación orgánica bajo contextos anaeróbicas del agua con los sulfatos y sulfuros. El principal compuesto el ácido sulfúrico ( $H_2S$ ), sin embargo, se crean nuevos mezclados que causan pestilencias más violentas como indol, eskatol y mercaptanos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Constituye uno de los importantes impactos ambientales en el control en los sistemas de tratamiento tiene que ser relevante.

e) Temperatura

Es una magnitud física donde evidencia el grado de calor, habitualmente la temperatura de las aguas residuales es mayor que el suministro, como resultado de la anexión de agua acalorado derivado de las salvas domésticas (viviendas). La comprobación es significativa en los procedimientos de forma del agua residual hay metodologías biológicas que penden de la temperatura. Donde afectan claramente la reacción química y la velocidad de la vida acuática y técnicas biológicas en sus sistemas (Crites & Tchobanoglous, 2000).

f) Conductividad

La medida de la capacidad de una solución para transmisión en corriente eléctrica. La relevancia en este punto es la determinación de la posibilidad para riego. Se denota con microohms por centímetro (Crites & Tchobanoglous, 2000).

### 2.2.8.2. Características Químicas

Las características Químicas al interior de las aguas excedentes comúnmente se especifican en inorgánicos y orgánicos. Los mezclados inorgánicos contienen elementos particulares y una diversidad de abonos y alumbre. Los de mayor utilidad alcanzan nutrimentos, mezclados no metálico, metal y gas. Asunto en mezclados orgánicos no consiguen ser tipificados de manera alejada; trascendente importante para el tratamiento, esparcido y rehusó de aguas residuales de igual modo los mezclados orgánicos concretos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Las particularidades de las aguas residuales son:

: a) Potencial Hidrógeno (pH)

El Potencial Hidrógeno (pH) el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. El momento oportuno de pH para que se despliegue la existencia posee un borde angosto, nivel de pH 5 y 9, el agua excedente con datos menores a 5 y superior a 9 poseen un proceso más complejo con agente biológico. Para el pH del agua excedente alternada no es preciso antes de ser derramado de nuevo al contenido de agua, el pH de este contenido de las aguas aceptante será transformado; de tal manera, existe la prioridad de que los efluentes de los sistemas de tratamiento incumben ser aligerados tomando en cuenta los términos concretos para descargas a contenidos de agua receptoras (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Al Potencial Hidrógeno (pH) se supone que un factor de disposición para la determinación en el ion de hidrógeno como contaminantes.

b) Alcalinidad

Se precisa el aporte de las aguas para contrarrestar ácidos. En el agua residual, alcalinidad será atada en el aspecto de hidróxidos (OH<sup>-</sup>), carbonato (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>) y bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) constituido por calcio, magnesio, sodio, potasio y de iones amonio, la alcalinidad en el agua residual apoya a normar las diferencias para PH producido en la añadidura de ácidos. El agua residual usualmente tiene indudable alcalinidad donde se consigue para su inicio del agua (Crites & Tchobanoglous, 2000).

c) Cloruros

El cloruro del agua residual es un componente significativo coherente en el rehúso en esta, este contexto natural procede en el cloruro lixiviado de las rocas y los suelos los que poseen relación. En el agua residual el cloruro es suplemento para resultado del uso, las excretas de la población tienen estimado en 6g en cloruro, habitante/día (Crites & Tchobanoglous, 2000).

d) Gases

Se determina gases disueltos como amoniaco, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, metano y oxígeno, para fin de apoyar en la operación de los sistemas de tratamientos del agua residual. En la medición oxígeno disuelto y amoníaco, efectúan en el monitoreo y controla el proceso para los tratamientos biológicos aeróbicos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

e) Metales

Los metales poseen ventaja en el segmento de proceso, reutilización y derrame en los barros y efluentes procesados, donde los cuerpos requieren en su correcto progreso, elemento como hierro, cromo, cobre, zinc, plata, cobalto, níquel y otros en desiguales cuantías. Si bien el metal quede en proporciones de micro o macro y son obligatorios en el progreso biológicos, logran cambiarse en tóxico para la muestra de cuantías superiores (Crites & Tchobanoglous, 2000).

f) Nitrógeno (N)

El nitrógeno es un nutriente relevante en el crecimiento de microorganismo y planta. El valor del nitrógeno reside en que es fundamental hacia la síntesis de albúminas, demandan saber funda la figura de los nutrientes para valorar en su procedimiento de las aguas residuales con método biológico. Su aporte general en nitrógeno queda combinado en amoniacal, nitrito, nitrato y nitrógeno orgánico (Crites & Tchobanoglous, 2000).

g) Fósforo (P)

Este elemento posee notabilidad para aumento y crecimiento de diferente organismo en el cuerpo de agua, sino en montos enormes incita una propagación en hongos y distinto organismo biológico dañino. En la conveniencia más frecuentes donde se consigue hallar los fósforos en el ortofosfato, polifosfato y fosfatos orgánicos. El ortofosfato con mayor frecuencia del agua residual quedan servibles en los metabolismos biológicos sin carestía para el organismo logren ejecutar la disolución ulterior para el semejante (Crites & Tchobanoglous, 2000).

h) Azufre (S)

El ión sulfato para las diversas representaciones químicas en el azufre y unos de los aniones habituales en el agua residual. Se encuentra de manera natural en el agua natural como en el agua residual. Elemento imprescindible en la síntesis para proteína en el organismo, en este sentido tiene que liberar la degradación en el mismo, el sulfato disminuye biológicamente el sulfuro a condición anaeróbica y constituyen sulfuros de hidrógenos al mezclarse con hidrógeno (Crites & Tchobanoglous, 2000).

i) Grasas y aceites

Es una sustancia insoluble para el agua y solubles para solvente orgánico en el hexano, como quedan conformados en carbono, hidrógeno y oxígeno. Estos componentes están en el agua residual se fija en una clase de punto de residuo con triclorotrifluoroetano, químicamente en la grasa y aceite en inicio vegetal o animal es parejo, porque fundamentalmente son ésteres combinados de ácido graso, alcohol y glicerina. Así mismo hallan en punto líquido en temperatura ambiente

llamados aceites y que se han transformado en sólido llamados grasas. Su aspecto origina diversas dificultades en tanque séptico, puntos de recolecciones y tratamientos del agua residual (Crites & Tchobanoglous, 2000).

j) Materia Orgánica:

En la Materia Orgánica las metodologías utilizadas en la medición del contenido orgánico del agua residual y superficial con la existencia bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) y existencia química de oxígeno (DQO).

Establecida por sólidos derivados de diversos residuos de animales, plantas y producto en acciones de la población conexas con la reunión de combinados orgánicos.

- Demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ).

Sus parámetros en contagio orgánicas disponibles, la  $DBO_5$  en 5 días. Su medida en la cuantía de oxígeno usado en el microorganismo para oxidación bioquímica en sustancias orgánicas biodegradables para un tiempo y temperatura específica habitualmente para 5 días a 20 °C para situaciones anaeróbicas.

Cuenta indirectamente su contenido en materia orgánica biodegradable. Se suministra nutrientes precisos en el progreso bacterial para nitrógeno, fosforo y desechar sustancias tóxicas para las muestras.

El agua residual doméstica tiene una demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) significa en promedio un 65% a 70% del total de la materia orgánica oxidable.

- Demanda Química de Oxígeno (DQO).

La Demanda Química de Oxígeno tiene la cuantificación química de polución donde calcula los materiales orgánicos comprendido para la muestra líquida en el agua natural como agua residual mediante oxidación química. Para el ensayo tiene una determinación en el aumento de oxígeno usado por la parte de la materia efectiva para un tipo y oxidable en un agente químico oxidante fuerte.

Este agente químico reciamente oxidante en intermedio acido en el valor del parecido de oxigeno de cuerpo orgánica donde logra oxidarse.

### **2.2.8.3. Características biológicas**

El agua residual tiene una cantidad de microbios vivos cuya razón es alterar, convertir y transformarse la ingrediente orgánica usando o no el oxígeno disuelto a través de proceso aeróbicos y anaeróbicos, proceden de origen vegetal como: planta, semilla, helecho y pueden ser de inicio animal como: microorganismo vertebrado e invertebrado y de origen protista como: bacteria, hongo, protozoo y alga cada uno de estos puntos componen un punto relevante como guías de calidad de las aguas residuales.

Tiene rasgos orgánicos poseen un alto grado en el registro de enfermedades que estén producidas por cuerpos perjudiciales de inicio de la población y en la reproducción y progreso de microbios y demás microorganismos íntimamente para su desintegración en el equilibrio en sus materias orgánicas como su contorno natural, así a manera de un sistema de proceso del agua residual (Crites & Tchobanoglous, 2000).

#### **a) Coliformes Fecales**

El microorganismo patógeno que están en el agua residual son difíciles de bloquear e igualar, de esta forma se emplea en el microorganismo Coliforme en un cuerpo guía de contagio de cuerpos creadores para cualquier enfermedad.

Si bien no son dañinos, los Coliformes como indicador íntegro a que la población vierta diariamente en  $10^9$  y  $4 \times 10^{11}$  el Coliforme, por ende, su aspecto tiene que descubrirse con simpleza y emplearse como norma sanitaria. Su abundancia en los Coliformes fecales para el cuerpo de agua, el agua sea no apta en el consumo de la población o habitantes e inseguro en su recreación.

b) Bacterias

Su clasificación es eubacterias procariotas unicelulares los *Escherichia coli*, organismo habitual en heces de los habitantes, cuentan en disposición de 0.5 micras de ancho por 2 micras de largo. La bacteria rema en la desintegración y equilibrio del cuerpo orgánico. Los Coliformes se usan a modo de indicadores de contagio por desechos humanos.

Varias bacterias son inermes para su tracto intestinal, cuando el individuo infecto al instante de excretar en las heces se halla en una gran suma de gérmenes nocivas, contagiando de esta forma el agua excedente doméstica. Su grupo de bacteria más relevante se logran hallar en el agua residual doméstica de género *Salmonella*, del género *Shigella* y *Escherichia coli* (Crites & Tchobanoglous, 2000).

c) Protozoos

El organismo originario de enfermedades los protozoarios *Cryptosporidium parvum*, *Cyclospora* y *Giardia lamblia* es de vital beneficio, tienen un elevado impacto en los habitantes fundamentalmente en el habitante con insuficiencias para un sistema inmunológico y en este ejemplo de microorganismo más común encontrada en el agua residual (Crites & Tchobanoglous, 2000).

d) Helmitos

Son parásitos que se encuentran en el agua residual, la lombriz intestinal, llamado, *Ascaris lumbricoides*, la tenía solitaria *Taenia saginata* y *Taenia solium*. Su fase contagiosa se modifica, en cualesquiera se exhiben para una fase mayor adulto o de larva y otra fase contagiosa se exhibe en la etapa de huevo, diversas especies afrontan situaciones ambientales hostiles y alcanzan a subsistir diferentes clases de procedimientos convenidos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

e) Virus

El agua residual se logran mostrar las circunstancias apropiadas en la propagación en estos, tienen averiguado mayor a 100 variedades desiguales en virus entéricos donde logran ser preparados de transferir cierto espécimen de contaminación o enfermedad que proceden las excretas. Su generalidad de lo mencionado se reproduce tracto intestinal para personas afectadas y al punto para ser arrojado en las excretas donde ocasiona su progreso grande (Crites & Tchobanoglous, 2000).

### **2.2.9. Tratamiento de las aguas residuales**

Metcalf, (1996) muestra que varias referencias tienen demostraciones con el propósito del procedimiento de aguas residuales, es salvaguardar el bienestar, causar la prosperidad de los individuos y resguardar el planeta. En diferentes referencias, su propósito es transformar sus particularidades del agua a fin que el efluente ajustado efectúe las obligaciones detallados para la reglamentación, es derramado en el organismo aceptadora evitando ocasionar señales hostiles en el ambiente o consiga la reutilización en terceras acciones.

A partir del año 1900 hacia la década de los setenta, los propósitos de tratamiento primeramente la disminución en el material coloidal, suspendido, y material flotante. En el año 80 los propósitos eran más coherentes con aspectos estéticos y ambientales. Sus criterios consecuentes se concibieron más rígidos y comenzó a expresarse las necesidades de eliminar el nutriente.

Consecutivamente para el 90 como el avance tecnológico, el proceso del agua residual se orientó en enmendar sus inconvenientes de salud pública originados por la sustancia intoxicica y microorganismo nocivo presente para agua excedente en desenvolver pericias donde accedan enmendar la dificultad en la fuente.

La perspectiva tradicional en el tratamiento del agua residual, entretiene totalmente el tratamiento consignado en el reúso, en el primer punto los propósitos se orientan a la disminución en la composición

orgánica biodegradable, el material flotante y en el eliminado, el tratamiento con fin de reutilización radica para cultivar los nutrientes y fracción de la materia orgánica, agrupándose esencialmente para su disminución de patógenos (OMS 2006), el propósito de la reutilización es múltiple, se encuentran impedir la excesiva explotación en el medio acuático, promover eficientemente del agua, advertir el contagio, concienciar y sensibilizar a los habitantes para la calidad de la reutilización perfeccionar herramienta de prevenir y vigilar.

En términos generales en un sistema de tratamiento de las aguas residuales, acontecen procedimientos, física, química y biológica. Su consideración en los cambios bioquímicos donde se producen los procesos en los mismos que ocurren en el medio ambiente (río, lago, suelo, etc.), de manera examinada dentro del tanque o reactor en velocidad mayor.

En relación a un sistema de tratamiento, se corresponderá indagar en cualquier instante, un esquema eficaz y económico que compense la escasez de la población delimitada en un lapso concreto, conteniendo un procedimiento de sustento y exploración firme. En nuestra colectividad, hemos logrado estar a la mira en la tradición, en falta de una sabiduría de operatividades y sustentos para procedimientos de las aguas y desagües. igualmente, se rastrea en una planta de proceso, que el esquema se acomode a la situación originaria, sin que esta implique efectos suplentes, así como las infernales pestilencias, que disgusten y forjen amenazar la salud de los individuos que moran cerca. (FONAM, 2010)

Seguidamente, se describe el proceso que se suscita en un sistema de tratamiento del agua residual doméstica, partiendo del pre-tratamiento, tratamientos primarios y secundarios, posteriormente detallar los tratamientos terciarios. Las principales etapas, según (Metcalf & Eddy, 1995), son:

#### **2.2.9.1. Tratamiento preliminar**

Rigola, (1999) Muestra que el desbaste retiene el sólido en mayor dimensión, donde produciría un incorrecto tratamiento del equipo. Usan diversos equipos; reja con tamiz auto limpiante, micro filtro y demás. Al

homogenizar lleva como proceso igualar el caudal y determinar los efluentes al momento de verter que no sean irregular, discontinuo impidiendo que la descarga pueda perturbar un tratamiento sucesivo.

El tratamiento preliminar tiene paso por el cual se indaga comprimir prohibir en trizas sólidas donde conseguirían producir inconvenientes para métodos físicas o biológicas. El propósito es alterar el material en una suma grande, igualmente envuelve el alejamiento del elemento donde no es orgánico. Entre los pre-tratamientos localizan rutinas donde restan la carga sólida previamente en el procedimiento principal en principal vigencia, se posee:

a) Cribado o caño de enrejados

Se usa para oprimir los sólidos en pausa de diferentes radios. El recorrido de los enrejados penderá de la cosa que posean las similares, y la limpieza logra facilitarse de manera manejable. El material que se consigue se especifica en selectos y gruesos, habitualmente son red metálica en acero, placa en acero perforadas donde consiguen obtener y separar en un 5 a 25% en sólido de interrupción (Ramalho, 1993).

Forma que reside en la ausencia de átomos de volúmenes inmensos mediante la usanza de rejilla. Su volumen en las trizas alejadas su electo en pacto al espécimen en procedimiento ulterior donde se proporcionará. Asumen distintos volúmenes donde se obtiene marcar los trascendentales son (FONAM, 2010):

- Desbastes finos: disociación libre para barras en 10 – 25 milímetros.
- Desbastes gruesos: disociación libre para barras en 50 – 100 milímetros.

Para la barra, se tienen grosores pequeños:

- Rejas en gruesos: varia de 12 – 25 milímetros.
- Rejas en finos: varia de 6 – 12 milímetros.

Así mismo, esta reja posee peculiaridades en el uso, para limpieza manejable.

#### b) Desarenador

Su método se usa en aislar las arenas en forma rectangular en derrames horizontales, en que primordiales elementos es sólidos entre ellos arena, ceniza y gravas. Las cuales logran ocasionar dificultades de trabajo ya que logran alcanzar a amontonar cerca de las instalaciones de ingreso induciendo una dificultad de la misma. El método queda constituido por un cajón o conducto, en el sólido y partícula se desasen de los líquidos en gravedades (Salazar, 2003).

Por otra parte, los desarenadores son coladores que separan partículas mayores para 200 micras. El proceso se importante en impedir los sarros ingresen en los aparatos y la bomba, también resguardar el aparato en la rozadura. Su sub proceso facilitará la expulsión del noventa por ciento (FONAM, 2010).

#### c) Remoción de grasa y aceite

El agua residual doméstica aparece con la carga en los mismos, donde se admite el inicio en el tanque existen las oportunidades de descarga en el efluente. Se acumulan en la superficie del sistema de tratamiento.

En las remociones se aplican un sistema para los barridos superficiales en espumas y natas, en el instante de ingreso del agua residual transita por un punto de remociones en grasas en un medio para un vertedero control, para que se atrapen y se extraigan (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Cabe remarcar que la remoción en grasa, aceite y material flotante ligero para el agua, se tiene que efectuar el decantador primario, siempre en cuando estén previstos de una rasqueta superficial de barridos, aunque la cuantía y su volumen en la partícula producirá problema demandando una etapa en deficiencia.

### **2.2.9.2. Tratamiento primario**

Rigola, (1999) el tratamiento primario prepara el agua residual en los tratamientos biológicos, desechan diversos contaminantes y disminuyen la variación en el caudal y congregación del agua que consiguen llegar al sistema. En la etapa se detallan las remociones en punto de sólidos pesados (arenillas) que se ocupa por fuerza en gravedad, este tratamiento induce a la disminución en sólido disuelto, turbidez y residuo en materias orgánicas, asimismo el airear las aguas y la sedimentación en partícula más finas que proceden con el agua

El propósito en el procedimiento principal parte de sus remociones en sólido orgánico e inorgánico sedimentable, hacia la reducción de las cargas en procedimientos biológicas. Su sólido revuelto para el desarrollo han de ser encausado previamente a las disposiciones finales. (R.N.E Norma OS.090)

Aquellos procedimientos que involucran el tratamiento primario son:

#### **a) Fosa séptica**

Para el procedimiento se usa en recoger las descargas de las aguas residuales procedentes en residencia individuales o para otra instalación sin contener redes en alcantarillados para la equivalente fosa. El tanque tiene como función la sedimentación y desnatar, para digestores anaeróbicos sin mezclarse ni calentarse donde se convierten en tanques de almacenamientos en lodos. Si un procedimiento muestra la concepción de un tanque séptico asimismo la instalación en las disposiciones de los efluentes en absorciones en el suelo, se obtendrá los sistemas convencionales en el control del agua residual in situ (Crites & Tchobanoglous, 2000).

#### **b) Tanques Imhoff**

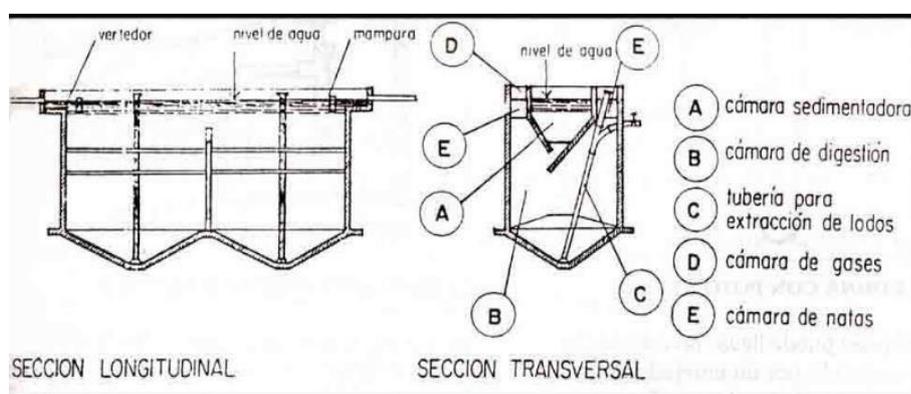
Imhoff, (1925) El sistema Imhoff es una unidad integral que integran el proceso de sedimentación y digestión de lodos para

2 cámaras individuales, la primera en el punto superior en las sedimentaciones y en la segunda para su digestión en lodos, apartados por medio de losa (deflector) para su centro denota una abertura en el cual sus sedimentos atraviesan a la cámara de digestión, impidiendo de igual manera su ascensión de gases y fétido olor y a su vez, almacenar en una cámara nombrada en espuma, donde circundan la cámara se sedimentación.

Para el tanque Imhoff posee el movimiento sencillo y no queda prendido en el segmento mecánico. Si bien si es oportuno, al momento de ingresar al tanque, los materiales hayan recorrido por pre tratamiento o tratamiento preliminar (el cribado y remoción de arenas).

Este tipo de sistema posee una representación rectangular y se dispone como sigue. (FONAM, 2010)

- Cámara de sedimentación
- Cámara de digestión
- Cámara de natas o digestión para lodos.



**Figura 6:** Esquema del Tanque Imhoff

Fuente: Imágenes de google

- Cámara de sedimentación
  - El comportamiento para la cámara superior en el tanque que recibe el agua negra y se dimensiona con la finalidad de dar un estimado tiempo en retención en relación al flujo promedio del agua negra, lo profundo en la cámara tiene una par de losa

convergente donde tiene un ángulo de 50° a 60° en referencia a lo horizontal con el objetivo de que el sólido se sedimenten y resbalen al compartimiento en digestión por medio de la ranura en entrada varía 0.15 a 0.20 m. para que el gas de la digestión, no ingresen a la cámara de sedimentaciones, induciendo turbulencias y transporte en sólido para la zona superior.

La cámara tiene un bafle en su ingreso para el propósito de distribución uniforme al afluyente, establecerá a su vez una salida de nata en el afluyente.

- **Cámara de digestión:**

Es el compartimiento interior para el tanque en sólido sedimentable tienen una digestión anaerobia, el compartimiento estará dimensionado para acumular los barros durante el transcurso de asimilación en relación a la calentura.

Para la profundidad en la cámara no tiene que pasar de 50 centímetros, y el lodo digerido se remueven en las tovas en medio por un tubo de 20 centímetros. El diámetro, usando la carga hidrostática, para tal objetivo la línea en descarga se localiza en una dimensión de 1.80 metros a 2.0 metros por debajo del nivel de agua de la cámara de sedimentación.

La tubería tiene que equiparse por la línea en limpieza formada en una línea de agua a presión para fluidizar los lodos en inicio para sus operaciones en extracciones si fuese relevante.

- **Cámara de natas o digestión en lodos:**

En el transcurso de las digestiones ciertos sólidos suben creando nata y grasa que son echados a la atmosfera mediante la cámara. Su ancho mínimo en la cámara en suponer tendrá de 1.0 metro.

### **Proceso del tanque IMHOFF**

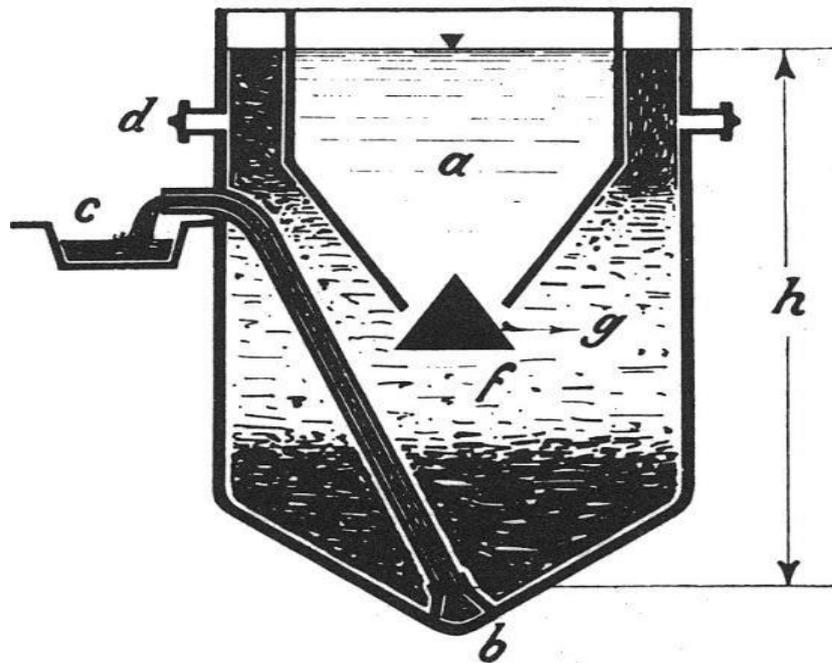
El agua residual ingresa a la cámara de sedimentación, en el cual se revuelven los sedimentos y corren por los muros oblicuas. Para el material emprende en rodar la llegada en el interior donde circula

mediante la raya con solape, donde ingresa a la cámara en asimilación. El solape deriva del material eliminado en el transcurso de la asimilación, a través de la cámara de natas o punto de ventilación. Las ventosidades derivadas de la asimilación trepan por las tempestuosas de gas, a razón de los muros cautelosos paralizan su marcha por la cámara de sedimentación. Este depósito no tiene mecanismo que demanden mantenimiento, tiene que contar con un sistema de atenciones en relación a burbujas y barro. Estos barro son aislados habitualmente hacia lecho de secado, entonces colará los líquidos sobrantes y el sólido perdurará en definitivamente usarlo hacia el progreso de las tierras.

Es relevante saber el proceso a cabo en el digester de lodos. El lodo es dependiente del factor para su volumen residual tratado y su climatología. Para el punto de la climatología, el lodo esta propenso a generar con mayor velocidad como olor fétido y putrefacción frente a variaciones frente a temperatura (Metcalf & Eddy, 1995).

### **Funcionamiento del tanque Imhoff**

Se puede observar en el siguiente diagrama el funcionamiento del Tanque Imhoff. El agua pasa por los sistemas de alcantarillados ingresa partiendo de cámara **a**, el sólido va bajando suavemente y alcanzan a la zona **f**. En la zona **f** se originan renuencias anaerobias, es señalar sin la mediación del oxígeno. Los lodos se colocan en el espacio de la parte baja de la zona **f** en el cual duran unos treinta días, más o menos, o hasta que sean bien asimilados y son aislados habitualmente por medio del conducto oblicuo **b-c** y trasladados a las piletas de desecado de barro. El agua emerge a través de las escapatorias **d** y van al subsiguiente del proceso. (Ver diagrama adjunto)



**Figura N° 7:** Funcionamiento del Tanque Imhoff  
Fuente: Imágenes de google

Al empezar el trabajo, el sistema Imhoff se tiene que cebarse en accionar la partida del proceso de asimilación. Este realiza usando barros asimilados a demás tanques, o a falla de los mismos, cuerpo sustancioso, como unas cuantas remaduras de bosta o estiércol. Logra desenrollar una efervescencia o nata enorme, en consecuencia, contextos ácidos, debiendo emplear el uso de correctores, para complementos de cal en menor cuantía, con el propósito de ajustar así el pH, llegando al lugar neutral. En su funcionamiento uniforme, un tanque Imhoff debe ser custodiado cotidianamente, no obstante, para realizarlo no pida considerable compromiso en su conducción ni variados instrumentos. Al remontar el gas para emerger por las ventilas, trasladan unos sólidos a la superficie, logran crear efervescencia o natas gorda vaporoso. El gas consigue elevar las masas sobrenadantes inclusive pasando la pared, entorpeciendo el paso uniforme de ellos, llevando hacia lo alto por medio de la corte de la cámara sedimentable, se tornan sépticos, a excepción que estén revueltos. No obstante, alcanzan advertir, la totalidad de los problemas o mal maniobra del tanque por medios naturales. La efervescencia se esparce o manda a resbalar por medio de surtidores de agua en conducto, y el sólido en la cámara de sedimentación se exigen a

resbalar usando una cadena bruta, suelta, de búsqueda. Tener presente la altura del lodo de vez en cuando, se emplea listón y chapa o una bombilla de mano y utilizando mangueras, conservar esta altura bajo vigilancia, extrayendo cada mes el barro asimilado y cuando es solicitada, en conseguir el efecto esperado. El barro aligera sobre los lechos de arenilla en desecar.

Se sugiere con el inicio de la operación en un tanque Imhoff para la primavera o inicios en verano, para la temperatura en el compartimiento del lodo es lo bastante alta en promover la digestión acelerada. Al sembrar el tanque con lodos en digestión activa, derivados del tanque cercano o algún digestor de lodos, es recomendable de forma conveniente, o si no, debe inspeccionar el pH en el compartimiento de lodos y mantenerse por encima de 6.8 en advertir cualquiera razón ácida perjudicial en una digestión apropiada. Se logrará con el incremento de una lechada de cal, en forma constante, al influente, incrementando cal para las cámaras de natas. Se tiene que tener cuidado de no exceder una gran cantidad de cal para un corto tiempo, por tanto, la acción repentina de la cal tiende a cambiar su digestión. La carga superficial adaptable a los tanques Imhoff se recomienda uso de 25.0 m<sup>3</sup>/día/m<sup>2</sup> y un tiempo de conservación de 2 y 4 horas. El procedimiento de digestión tiene la capacidad de almacenamiento de lodo procedentes en un tiempo de 30 a 60 días, la temperatura del medio ambiente promedio, situaciones de dimensionamiento consiguen cambiar en relación a la calidad del agua residual (Imhoff, 1980).

#### c) Sedimentador primario

El método tiene por propósito la extracción de arena, grasa, aceite, materias en suspensión para el ingreso en su afluente. Sus medidas en eficacia se usan para el sólido suspendido, alturas útiles, tiempos de retenciones y secciones transversales del sistema (Pérez, 2004).

Un tratamiento en esta pauta convendría revolver la parte del sólido atajados de las aguas residuales asistidas, la

biooxidación es insignificante. Es fácil sus operaciones y reducido costo, pero su nivel de eficacia es bueno, pero no cumple con los parámetros de las aguas (Campos, 2003).

d) Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)

Este representa flujos ascendentes en su punto superior con un sistema que divide gases, líquidos y sólidos, estos evitan el retiro del sólido en el efluente y mejora la evacuación de los gases. El punto débil en este sistema parte de su demora en el proceso del arranque en el reactor, es fundamental la igualdad del caudal, corrección de pH constante y necesitan más cuidado en relación a demás sistemas (Salazar, 2003).

### **Forma secundario**

Con fines de la reciente medida de plano se crearán como procedimiento provisional el método biológico por medio de eficacia de eliminación de DBO soluble mayor a 80%, logrando la biomasa en detención o biomasa incluida, (RNE, Norma OS.090 Ptars)

Rigola, (1999) su sistema más habitual de unos procesos biológicos aeróbicos continuo por las decantaciones secundarias por unos puntos biológicos, la bacteria y demás microorganismo destruye y metaboliza las materias orgánicas soluble y coloidal, la DQO y la DBO tiene 100 mg/l su velocidad en degradación obedece de que se evidencien los microorganismos convenientes.

Para la totalidad en las sustancias orgánicas se degradan, fundamentalmente de inicio natural y otros de inicio sintética de mayor resistencia.

i) Lagunas de estabilización.

Son estanques trazados en el proceso del agua residual usando técnicas biológicas por la correlación en biomasa entre ellas (alga, bacteria, protozooario, entre otras.) en componente orgánica comprendida en las aguas residuales. El proceso por laguna de estabilización administra para que la biomasa de los hongos y nutrientes donde aligeran por medio del efluente logran

ser aprovechados por una muestra de receptor. La utilización en esta clase de proceso se encarga principalmente en la demanda en un profundo valor en la eliminación en cuerpos dañados (RNE, Norma OS.090 Ptars)

Constan de diversos tipos de lagunas en relación a sus particularidades y sus tipos de depuración en los tratamientos primarios, secundarios e incluso terciarios, entre ellas:

### **2.2.9.3. Tratamiento secundario:**

#### **a) Lagunas facultativas**

El sitio para elemento de tratamiento en un medio de laguna alcanza es: una laguna insuperable (observándose en temperaturas frías, el cual permite un preciso remolque de hongos) o por la laguna supletoria y mediadora (habitualmente expresada como laguna de madurez), y un dispositivo secundario detrás de laguna anaeróbica o airada donde encausa su efluente a un punto más alto. Los parámetros en diseño concernientes a la temperatura y mortalidad de bacterias se tienen que optar en manera experimental. (RNE, Norma OS.090 Ptars)

Tiene un fondo que es de 1.5 a 2 metros y la carga de materia orgánica por unidad de volumen, donde ayude en el desarrollo de microorganismo aeróbico y facultativo (este último puede desarrollar con o sin oxígeno). Es el tipo de laguna más habitual ya que solicitan menor terreno que las demás y la presencia de fétido olor es menor (Salazar, 2003).

Destacado como laguna de oxidación, es empleada en diversas ciudades en el País como unidad principal de los sistemas de tratamiento del agua residual, estando la razón fundamental el bajo costo en construcción y mantenimiento. La laguna tiene cantidades de agua situadas en un tanque excavado en el sitio designado se pueden catalogar en relación a la acción biológica como: aeróbica, anaeróbica. (Metcalf & Eddy, 1995).

Para el proceso en laguna de oxidación tiene como perjuicio, la entrega del efluente se tendrá que descargar el material

en tratamiento para el alga y nutriente tiene que asimilar con el receptor. Necesita un mantenimiento y valoración en constancia por el cual en el país no se evidencia. Cada descarga del material tratado, se tendrá que recabar muestras en el efluente y hacer una semejanza con su receptor. Varias veces es de fundamental impulso en la contaminación del medio ambiente y perjuicio al ecosistema.

#### b) Lagunas Aerobias

Las lagunas anaerobias se usan habitualmente como principal componente de un sistema cuando el terreno que se cuenta es limitado o proceso del agua residual caseras con elevadas congregaciones y basuras industriales, para cual asunto logran proveer diferente unidad anaeróbica sucesión. Es perjudicial la utilización de laguna anaeróbica en temperaturas mínimas en 15°C y apariencia de elevado aporte en sulfato en el agua residual (> 250 mg/l).

Por las elevadas cargas en diseño y a la minúscula eficacia, es preciso su tratamiento adicional en lograr la calidad en el tratamiento solicitado. Al usar laguna facultativa secundaria la carga orgánica superficial no tiene que exceder el valor límite para laguna facultativa. En general el sitio en la unidad en serie del método no tiene que ser constante (RNE, Norma OS.090 Ptars).

Asumen escaso fondo no mayor a 0.80 m, donde se apoya el proceso y crecimiento de alga el cual suministra abundante cuantía de oxígeno inevitable en el trabajo en las lagunas. Los relevantes perjuicios son la necesidad de la extensión de terreno y no se utiliza concisamente en el agua residual cruda, requieren el tratamiento preliminar y después ser lagunas (Salazar, 2003).

#### c) Lagunas Anaerobias

Las lagunas anaerobias se usan por lo general como inicio de un sistema siempre que la disposición del terreno este restringida o se use para el proceso de aguas residuales caseras con alto valor de concentración y de basuras industriales, en tal

caso deben proporcionarse muchos componentes anaeróbicos para la sucesión. No es aconsejable la utilización de laguna anaerobia en temperatura mínima en 15°C en apariencia de elevado valor en sulfato del agua excedente (> 250 mg/l).

Elevadas cargas de diseño y poca eficiencia, necesita un tratamiento opcional para obtener un grado de tratamiento necesario. (RNE, Norma OS.090 Ptars).

#### ii) Tratamiento para Lodo Activado

El método es perfeccionado en Inglaterra el año 1914 por Ardem y Lockett, la denominación procede en su elaboración en la masa activada e bacterias apto para fijar un restante por ruta aerobia (Metcalf y Eddy, 1995).

El procedimiento inicia con la disposición precedente del material donde crea bacteria aeróbica. Se puede lograr introduciendo aire con sopladores y difusores, también utilizando difusor mecánico. Al ingresar, el agua servida se decanta y su efecto de la bomba crea la suspensión en el material. Luego de ser suspendida la muestra tiene relación con oxígeno, después la materia degradada flocula y regresa a decantar. La biomasa sedimentada se repone donde es reutilizada. El proceso del lodo activado, la bacteria principalmente actora debida a que ellos degradan las materias orgánicas de las aguas residuales iniciantes. El reactor aireado, la bacteria facultativa y aeróbica se facultan en la utilización en materias orgánicas para crear energía como resumen como masas biológicas.

El procedimiento más empleado en diversos lugares en el mundo, por el funcionamiento óptimo y reutilización del lodo. Su punto más desfavorable es la presencia de demasiada energía para su proceso. (Bajii, 2005).

#### iii) Filtros percoladores

Según (Metcalf & Eddy ,1995), los filtros percoladores su funcionamiento en Inglaterra 1893. Surgió con la utilización de estanque impenetrable, en el cual se agregaba manto de piedra

fraccionada. Luego se vertían el agua residual en una porción preferente, constituyendo unas relaciones medio por cierto tiempo. Luego se dejaba desaguar y se dejaba con tranquilidad emprender de nuevo con una nueva etapa. La permanencia en los períodos se valoraba en doce horas, en las 6 horas se usaba para situar el material en relación con la atmósfera (Metcalf y Eddy, 1995).

Radica del lecho formado en un contorno trasparente, en el cual las bacterias se aglutinan por medio percola las aguas residuales. Su contorno filtrante consigue su mezclado en piedras u otro material plástico. Es utilizado el colador de piedra posee diagrama redondo y comparte las aguas residuales por el repartidor rotatorio. El filtro constituye un derrame mínimo donde recoge las aguas asistida. Las aguas tratadas pasan a un sedimentador, se forma la falta de un material sólido remanentes. En conclusión, las aguas asistidas son reutilizadas, y los sólidos sedimentados generan la película biológica, sirve para reducir la carga biológica y extender la disminución de lodo (Metcalf y Eddy, 1995).

Los coladores percoladores habrán trazarse de representación someta la utilización de equipos mecánicos. Para lo cual optará las elecciones: lecho en piedra, distribución de efluentes primarios (tanques Imhoff) usando boquilla o mecanismos de brazo giratorio autopropulsados, sedimentadores secundarios sin mecanismos de barrido (con tolvas de lodos) y retorno del lodo secundario al tratamiento primario. (RNE, Norma OS.090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales).

#### iv) Sistemas Biológicos Rotativos

Tienen unidades de un medio de contacto de módulos discos o cilíndricos donde giran en su eje, habitualmente está sumergido a 40% diámetro, al rotar acceden a la biopelícula tiene contacto alternadas efluente primario y aire. Esta etapa es similar a el filtro biológico a su eficiencia.

Precisamente su tratamiento precursor al sistema biológico es: la criba, desarenador y sedimentador. El módulo rotatorio tiene lo siguiente: disco de madera, materiales plásticos ubicado en forma semejante a una elevada superficie de contacto en proceso biopelícula, malla cilíndrica con material liviano (RNE, Norma OS.090 Ptars).

El reactor biológico rotativo de contacto, conocido como biodiscos, otro ejemplo donde se evidencia el tratamiento biológico aerobio. Esta etapa se dispone en sucesión de disco circular de poliestireno, o cloruro de polivinilo al mismo eje, su recorrido en cada disco es corta. La operación principalmente es la perspectiva del disco sumergido y su giro lento. Su desarrollo en la película biológica va a un movimiento giratorio del disco, ayuda a la película se halle en contacto directo con el material orgánica. Cuando está en relación con la atmósfera provoca al cambio del oxígeno y conserva la biomasa en condición aeróbicas.

Estos giros crean separación de la materia sólida mediante energías afiladas. También en su tratamiento provisional, el biodisco alcanza a utilizar la nitrificación y desnitrificación temporal o permanente (Metcalf & Eddy, 1995).

### **2.2.9.3. Tratamiento terciario.**

El tratamiento terciario tiene como propósito lograr el cumplimiento estándar en eficacia de las aguas de los efluentes en los sistemas de tratamiento no crear contagio al receptor o adecuar su reuso. Varias oportunidades suelen ingresar las aguas residuales al tratamiento secundario unos microorganismos patógenos o aguas tratadas con fétidos olores, imperfecto color y características con las que no es conveniente reusar, por ende, se tiene un tratamiento final hacia la población. En relación a la pauta de reuso, labor es efectuar con la expulsión en algunos microbios, asimismo los tratamientos deben transitar de más a menos con precisión. Se deben usar las técnicas de cloración, coladores con materia correcta, húmeda artificial de derrame sub superficial, radiaciones UV. (Metcalf & Eddy, 1995).

Para el tratamiento terciario perfeccionan los tratamientos del agua residual se solicita la depuración con relación al primario y secundario. (Rigola, 1999).

Cuando el valor del proceso estipulado en relación a la situación en el punto receptor o en conveniencia de alto que se logra por el proceso provisional, se tienen que usar técnicas de tratamientos terciarios. La metodología se deberá sustentar en un tratado de factibilidad. El creador tendrá el criterio de diseño por medio de ensayo de tratabilidad. Estos puntos incluyen como sigue: Ósmosis Opuesta, Electrodiálisis, Purificación, Condensación, Adherencia, Eliminación por burbujeo, Infiltración, Extracción por solvente, Permuta iónico, Oxidación química, Precipitación, Nitrificación – Denitrificación (RNE, Norma OS.090 Ptars).

**Tabla 9.**

*Niveles y procesos de tratamiento de Agua Residual*

<b>NIVELES Y PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>		
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>	<b>TRATAMIENTO</b>
PRELIMINAR	Remueven los materiales promotores de dificultades operacionales, por ejemplo: trapo, rama, plástico entre otros.	Reja, tamiz, desarenador, tanque de homogenización, trampa de grasas, medidores y repartidor de caudales.
PRIMARIO	Mueven el sólido orgánico e inorgánico sedimentable al reducir las cargas orgánicas.	Sedimentador, unidades con inyecciones de aire, sistema séptico, Imhoff y sistemas de flotación
SECUNDARIO	Proceso biológico con una eficacia de eliminación de DBO soluble mayor a 80%	Lodo activado, filtro percolador, humedal, laguna de estabilización. Reactores
TERCIARIO	Remueven sólidos suspendidos por medio de microfiltración también se remueven en esta etapa.	Microfiltración, coagulaciones y precipitaciones, absorciones por carbones activados, cloraciones, destilaciones, oxidaciones químicas, extracciones solvente remociones en espumas nitrificación,

Fuente: RNE- Norma OS – 090 PTAR

### 2.3. Definición de términos

- Aireación del agua: Concepto de acción en airear, ventilación o introducir aire para el agua donde da parte en disolución de una mínima porción en oxígeno en las aguas.
- Afluente: Agua u otro líquido entrante a reservorios, plantas de tratamientos o sistemas de tratamientos.
- Agua residual: Son restos que han utilizada por un agua que ha estado consumida en la sociedad o industrial donde tiene materiales orgánicos o inorgánicos licuado o en suspensiones.
- Aguas residuales domésticas: Este tipo en agua se origina en las casas, de tiendas comerciales e industriales, así mismo tiene basuras fisiológicas y otros procedentes de la actividad humana.
- Anaerobio: Situación para el cual no existe aire o también conocida como oxígeno libre.
- Análisis: Es un estudio en una sustancia para reconocer sus características.
- Aportación del agua residual. Se destina el volumen del agua residual generada por cada habitante de manera diaria, denotada en l/hab/d.
- Bases de diseño: Acumulaciones de datos para las situaciones terminables y medias para el diseño donde suman el engrandecimiento de las tecnologías en los tratamientos. Las referencias básicamente contienen: habitantes, el caudal, agrupaciones y participaciones per cápita del agua residual. Las medidas donde constantemente fijan en plataformas para su diseño es: DBO, sólido en suspensiones, Coliforme fecal.
- Demanda química de oxígeno (DQO): La medida del aumento en oxígeno pretendido en las oxidaciones químicas del cuerpo orgánico del agua excedente, utilizando como oxidantes sales minerales de permanganato o dicromato de potasio.
- Efluente: Líquido que sale de un proceso de tratamiento
- Estudio de Impacto Ambiental-EIA: Una herramienta práctica en forma legal con el objetivo de la identificación y evaluación de las secuelas o cambios en el ambiente en el que generan con la realización de la

conservación vial, en los medios físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales, donde se constituye acción de prevenir y mitigar encaminadas a la preservación de condición en el medio ambiente.

- Entidad Prestadora en Servicio de Saneamiento (EPS Saneamiento): Son empresas privadas y/o públicas que puede ser también municipal o mixta, cuyo propósito fundamental es ofrecer servicios de saneamiento en el perímetro urbano. Es la encargada de originar, distribuir y comercializar el agua potable.
- Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Es la medida que instauro el grado de agrupación de cuerpos físico, químico y biológico, concurrentes para el aire, aguas o tierra, estado de cuerpos aceptante, no evidencia peligro específico en la salud de los prójimos ni medio ambiente.
- Fiscalización Ambiental: Es la vigilancia donde ejecutan las entidades públicas, el propósito es comprobar la obediencia de las necesidades ambientales fiscalizables de un administrativo que puede ser individuo naturales o jurídicas tanto en derechos privados y/o públicos, esta acción son ejecutadas OEFA y EFA siempre en relación a su capacidad.
- Lecho de secado: Son tanques con fondo poco espacioso compuesta en arenas y gravas en drenes, el destino es evaporación en barro por filtraciones y ebullición.
- Lodos activados: Está compuesto especialmente de biomasas en una cuantía de sólido inorgánico donde salen de la base en el sedimentador provisional para tanque de aeraciones para su tratamiento en barro agilizados
- Muestreos: Es la recopilación de muestras del volumen establecido y con el proceso de conservación conveniente en las características donde se tiene que examinar.
- Muestra puntual: Es la muestra adquirida al azar en un tiempo definido, el uso es necesario para la evaluación en una medida donde habitualmente no logra conservarse.

- Planta de tratamiento: Son instalaciones y métodos donde admiten su limpieza en el agua excedente.
- Tratamiento preliminar: Técnicas donde disponen del agua excedente hacia los tratamientos posteriores.
- Reutilización del agua residual: Uso del agua residual pertinentemente tratada con objetivos específicos.

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

El diseño de un sistema de tratamiento permite mejorar la calidad de las aguas residuales en el barrio la Pampa del Anexo de Auquimarca.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- El caudal de diseño permite identificar un adecuado sistema de tratamiento para las aguas residuales en el barrio la Pampa del Anexo de Auquimarca.
- La población futura es la adecuada para este tipo de diseño de sistema de tratamiento de aguas residuales.
- La caracterización física, química y microbiológica permite conocer y mejorar la calidad del agua residual en el barrio la Pampa del Anexo de Auquimarca.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de la variable**

Sistema de tratamiento de agua residual: El sistema de tratamiento es un establecimiento en donde el agua residual contaminadas se aíslan, donde crear en ella el agua reduciendo peligros hacia la salud y medio ambiente colocándolo para un lugar de recepción original (mar, ríos o lagos).

### **2.5.2. Definición operacional de la variable**

Sistema de tratamientos de agua residual: Para un acumulado de procedimientos fijos de aspectos físicos, químicos o biológicos cuyo fin por medio del equipamiento se descartan y comprimen el contagio o particularidades no anheladas de las aguas residuales.

### 2.5.3. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
V1: Sistema de tratamiento de aguas residuales	El sistema de tratamiento es un establecimiento en donde el agua residual contaminadas se les aíslan, para crear de ella un agua sin peligros hacia la salud y/o medio ambiente al colocar en un lugar de recepción original (mar, ríos o lagos).	- Caudal de agua.	- Redes de alcantarillado - Situación actual - Dimensiones de unidades físicas y planos - Capacidad técnica - Área de estudio	. Escala: Razón
		- Población	- Población actual - Población futura	Escala: Intervalar
		- Calidad de agua	- Análisis físico, químico y microbiológico del agua residual.	Escala: Razón

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

Ander, E. (1984, p.56) al referirse sobre método científico, manifiesta que es un conjunto de técnicas y procesos que permite al investigador concretar el objeto de estudio. El Método de investigación es Científico.

##### **3.1.1. Procedimiento**

###### **3.1.1.1. Recopilación de datos**

Se partió con la obtención de muestras del agua residual, la cual consta de 2 frascos (muestras) con agua residual para luego ser llevadas a laboratorio para el análisis de las características físicas, químicas y bacteriológicas en el punto de estudio del anexo de Auquimarca barrio Pampa en el Distrito de Chilca, efectuando observaciones previas en el punto o zona de estudio en la busca de apuntes elementales e información en la preparación para su diseño.

La búsqueda obtenida es la cantidad de población actual, la determinación del caudal del agua residual en la zona de estudio, la ubicación del lugar donde se encuentra el área de disposición final de las aguas residuales. Se investigaron las principales desventajas que ocasiona el agua residual a la población y las consecuencias que las mismas ocasionan al medio ambiente.

###### **3.1.1.2. Fase de Muestreo**

Un punto significativo es la realización del trabajo de campo la cual fue en ubicar el punto de descarga del agua residual en el anexo de Auquimarca del barrio Pampa. Se inició con la toma de

muestras en el punto de descarga en el anexo de Auquimarca barrio La Pampa, para analizar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua residual se llevó a un laboratorio especializado. Estas fueron recolectadas en 1 recipientes transparentes para los análisis físicos y químicos como sólidos en suspensión, DBO, DQO, y un envase de vidrio esterilizados de 250 milímetros para el análisis bacteriológico.

A su vez se tomaron parámetros iniciales de caudal ( $m^3/s$ ), para la determinación de las descargas se realizaron 2 métodos para la determinación del caudal. Se determinó en 5 etapas de medición en un lapso de las 24 horas del día, efectuando el primer muestro a partir de 8:00 de la mañana y culminando la fase de muestreo a las 4:00 de la tarde. Se tomó las coordenadas y altitud del punto de muestreo con un GPS.

#### **3.1.1.2.1. Análisis de la Información**

En este paso se utilizó como pauta RNE, esta acción consistió en cotejar los datos obtenidos de los datos de campo, la calidad del agua se hallaba entre los LMP o si estos datos sobrepasaban los parámetros.

Se tomaron los resultados de las muestras y en qué parámetros se hallaban para determinar una metodología, donde la información ayudaría a para determinar con qué tecnología se reduciría el nivel de contaminación y con la finalidad de llevar a los parámetros.

Como se mencionó líneas arriba, se construyó un cuadro comparativo donde se estableció los valores conseguidos sobre el análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales, en relación con el descargo del límite máximo permisible. Para lo cual se estableció el nivel de remoción de contaminantes de cada tecnología, con el fin de probar las alternativas seleccionada la cual tiene las ventajas para mayor eficacia de la técnica.

### 3.1.1.2.2. Medición de caudal

Es la cantidad de un fluido que filtra de manera natural o no natural en una determinada zona y por una unidad de tiempo. La ecuación es la siguiente:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

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

T: Tiempo (s)

En el proceso del caudal en la zona de estudio se efectuarán por dos métodos, el primero por el método de aforo y el otro por el método del vertedero triangular. En el primer caso se realizó 5 mediciones durante 2 días de la semana, efectuando el primer muestro a las 8:00 de la mañana y terminando el muestreo a las 4:00 de la tarde. Para el segundo caso se realizó 5 mediciones en 1 día. Estos datos para obtener un caudal de mayor representatividad.

#### a) Método de aforo

El método del aforo se usa para las descargas por gravedad, para el presente trabajo utilizamos el mencionado, para lo cual se contó con:

Tabla 10.

*Materiales para el método de aforo*

- Cilindro	- Mascarilla
- Cronómetro.	- Casco
- Botas	- Libreta de apuntes
- Guantes	- Cámara fotográfica.

Fuente: Elaboración propia

Para el presente desarrollo del método de Aforo procedimos con la obtención de datos en campo, en 2 días de la semana, con 5 tomas de datos cada día partiendo desde las 8 de la mañana hasta las 4 de la tarde.

### b) Método del Vertedero – Triangular

Se aplicó este método para determinar el caudal del agua residual haciendo uso de los siguientes materiales:

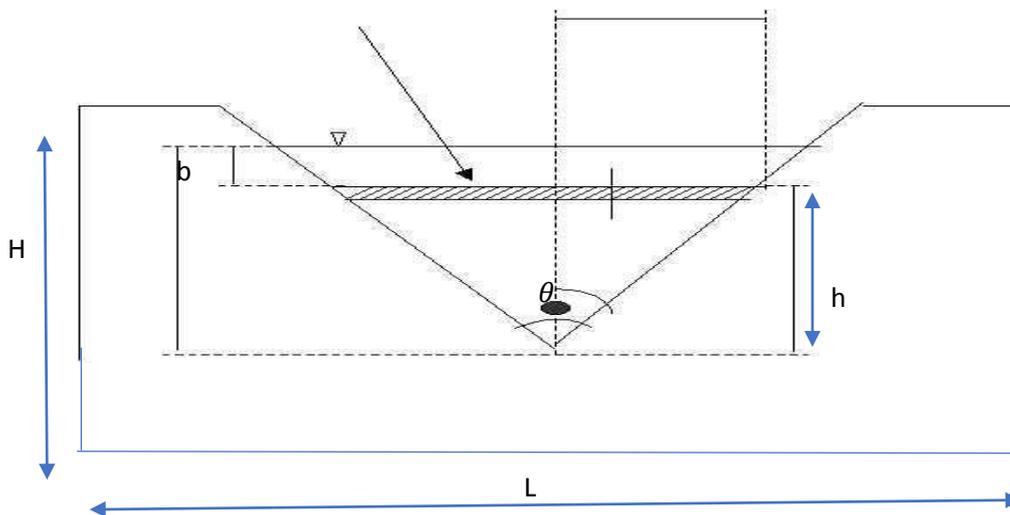
Tabla 11.

*Materiales para el vertedero triangular*

- Vertedero triangular – material de madera de 1m (largo) * 0.60 m (alto)	- Guantes
- Abertura de 90° (vertedero)	- Mascarilla
- Flexómetro	- Casco
- Nivel tubular	- Chaleco
- Botas	- Pico, Lampa, estacas

Fuente: Elaboración propia Para

el cálculo se aplicó la fórmula de Chow:



Donde:

- H(altura)
- L(largo)
- h (altura a la lámina de agua)
- $\theta$ (ángulo de la abertura del vertedero triangular)
- b (borde libre)

### Caudal Teórico:

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{2g} \left( \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \right) h^{\frac{5}{2}}$$

### Caudal Real:

Se multiplica por un coeficiente de descarga (Cd)

$$Q = \frac{8}{15} cd \sqrt{2g} \left( \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \right) h^{\frac{5}{2}}$$

Donde los valores del coeficiente de descarga son:

Ángulo $\theta$	Cd
15°	0.52 - 0.75
30°	0.59 - 0.72
45°	0.59 - 0.69
60°	0.50 - 0.54
90°	0.50 - 0.60

#### 3.1.1.2.3. Recolección de muestra del agua residual

Para este proceso se utilizó frascos esterilizados designados por el laboratorio para los análisis respectivos. Las muestras fueron extraídas en el Distrito de Chica, Anexo de Auquimarca barrio La Pampa, con referencia al costado del puente comuneros, se recogieron a las 8:30 am las dos muestras en los frascos respectivos seguidamente fueron llevadas al laboratorio para el estudio físico químico y bacteriológico de la muestra de estudio.

Tabla 12.

*Materiales y equipos Muestreo del agua residual*

Materiales	Equipos
Envase (frascos esterilizados)	Guantes
Botas de caucho	Cámara fotográfica
Mascarilla	Casco
Libreta de apunte	

Fuente: Elaboración propia

### a) Fase de laboratorio

En esta etapa se llevaron las muestras recolectadas en campo al laboratorio para el desarrollo de la caracterización física, química y bacteriológica en los laboratorios en la Universidad Nacional del Centro del Perú – Huancayo.

### b) Análisis físico químico

En este análisis se determinaron el potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica, turbidez, temperatura, sólidos suspendidos totales, oxígeno diluido, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO).

### c) Análisis bacteriológico

En este análisis se utilizó el método de los tubos múltiples (NMP), en el análisis de Coliformes totales como fecales. En el cual se hizo uso de medios de cultivo como el Sustrato Cromogénico X- GAL (Coliformes totales) y Sustrato Fluorogénico mug (Coliformes fecales)

#### 3.1.1.2.4. Periodo de diseño

Para este tipo de sistemas el periodo de vida útil de la estructura varía entre 20 y 30 años. Para el trabajo se proyectará para un periodo de 20 años.

#### 3.1 Reglamentos vigentes en la zona del proyecto ...

DIGESA DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL – MINISTERIO DE SALUD  
NORMA TECNICA  
ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA POBLACIONES  
RURALES Y URBANO-MARGINALES

#### 4.03. PERIODO DE DISEÑO

Los periodos de diseño se determinarán considerando los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras de concreto y de los equipos electromecánicos.
- Facilidad o dificultad para hacer ampliaciones de la infraestructura.
- Crecimiento y/o decrecimiento poblacional.
- Capacidad económica para la ejecución de las obras.

Para el diseño se tomará en cuenta los siguientes valores:

a. Obras de captación	=	20 a 30 años
b. Pozos	=	20 a 30 años
c. Plantas de tratamiento, reservorios	=	20 a 30 años
d. Tuberías de conducción y de distribución	=	20 a 30 años
e. Equipo de bombeo	=	5 a 10 años

- Proyección de 20 años
- Método analítico – interés simple

$$Pf = Pa(1 + \frac{rt}{1000})$$

Para lo cual:

Pf : Pob. futura Pa : Pob. Actual r : Coef.  
Crecimiento anual por cada mil personas t : años –  
tiempo

### 3.1.1.2.5. Tamaño de la Población

Según Censo INEI 2017, la Población del distrito de Chilca alcanza 91851 habitantes, siendo 99,94% Urbana y 0,06% rural; predominando el sexo femenino con 52.52 %; densidad 11066,39 hab/km<sup>2</sup>. tasa de crecimiento promedio anual de 1,6%.

Tabla 13.

*Población Estimada INEI*

Provincia, distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y sexo	Grupos de edad						
	total	Menores de 1 año	1 a 14 años	15 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
<b>Distrito Chilca</b>	91 851	1 492	22 797	27 314	19 258	14 755	6 235
Hombres	43 611	748	11 471	13 102	8 672	6 754	2 864
Mujeres	48 240	744	11 326	14202	10586	8001	3371

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2017, población censada, por grupos de edad, según provincia, vivienda y sexo Tabla 14.

*Población total 2007-2017*

ÁMBITO	AÑO	
	2007	2017
REGIÓN JUNIN	1 225 474	1 246 038
DISTRITO DE CHILCA	77392	91 851

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. INEI

Para la presente tabla se muestra la población de los años 2007 y 2017 en referencia al INEI, se determinó que la población de la región Junín en el 2007 tuvo una población de 1 225 474 y el 2017 de 1 246 038 habitantes, en el Distrito de Chilca la población de este distrito, desde el año 2007 fue de 77 392 y en el año 2017, ha crecido a 91 851 habitantes.

a) Población – objeto de estudio

La población objeto de estudio está ubicada en el barrio La Pampa del anexo de Auquimarca. Para determinar el tamaño adecuado de la muestra se utilizó la siguiente formula:

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

En el cual:

n: tamaño de la muestra obtenida a través de una población desconocida

z: 2,58 al nivel de confianza del

99% p: 50% q: 50% e: 6%

Razón de que no se conoce con exactitud la población del barrio La Pampa, es que las informaciones del INEI (tabla N° 6), la municipalidad Distrital de Chilca, de los centros de salud solo determinan la población a nivel general. Estas razones son los que fundamentan la determinación del tamaño de la muestra con una población desconocida barrio La Pampa.

b) Población futura

Para la realización de este punto se utilizará el Método Geométrico. Este método, presume que la población asciende a una tasa firme, lo que expresa que acrecienta equitativamente en cada fase de tiempo, pero en número absoluto, los sujetos se amplifican de manera creciente. y se calcula a partir del modelo matemático

$$Pf = Pa (1 + r)^t$$

En el cual:

- Pa: Pobl. actual

- r: Tasa de crecimiento
- t: periodo de diseño

### **3.1.2. Metodología aplicada en la investigación**

Para el presente estudio se parte de las siguientes etapas, las que se detallan enseguida.

#### **3.1.2.1. Etapa inicial de estudio.**

La compilación de datos es importante, para las bases y sustento del trabajo. Los datos contaron con características en investigaciones ya realizadas con anterioridad, características físicas que la acceden y pasos en cada una de ellas. En el trabajo de investigación se hizo relevante comparar con el parámetro de las normas técnicas en las cuales se deben incluir en la etapa de laboratorio, como las características específicas de muestreo, para que sean característicos en el periodo de estudio.

### **3.1.3 Etapa de campo**

Se realizaron teniendo lo siguientes puntos:

#### **3.1.3.1 Selección de los puntos de muestreo.**

Elección de los puntos de estudio:

- El lugar de estudio permite que la muestra obtenida sea significativa en el proceso que se compone en cada unidad que accede al sistema de tratamiento.
- El lugar de estudio sea accesible para así establecer los estudios posteriores con la ubicación estratégica.

### **3.1.4. Etapa de laboratorio**

Las particularidades química y biológica del agua residual son realizadas en el laboratorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú - Huancayo, conforme a los parámetros manejados en el Laboratorio de "Análisis Químico" de Ingeniería Química y Ciencias Químicas.

#### **3.1.4.1. Toma de muestras.**

Las muestras fueron extraídas en el barrio la Pampa, del anexo de Auquimarca en el Distrito de Chica, con referencia al costado del puente comuneros, el mes de setiembre la hora de extracción fue a las 8:30 am, con la obtención de dos muestras en los frascos respectivos seguidamente

fueron llevadas al laboratorio para las características físico químico y bacteriológico del agua residual.

#### **3.1.4.2. Análisis Físico - Químico.**

Determinación del potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica, turbidez, temperatura, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO).

#### **3.1.4.3. Análisis Bacteriológico**

En este análisis se utilizó el método de los tubos múltiples (NMP), en el análisis de Coliformes totales como fecales. En lo cual se usaron medios de cultivo como el Sustrato Cromogénico X- GAL (Coliforme tota) y Sustrato Fluorogénico mug (Coliforme fecal)

#### **3.1.5. Aforo.**

En el cálculo del caudal en la zona de estudio se realizaron por dos métodos, el primero por el método de aforo y el otro por el método del vertedero triangular. En el primer caso se realizó 5 mediciones durante 2 días de la semana, efectuando el primer muestro a horas 8:00 de la mañana y acabando el muestreo a las 4:00 de la tarde. Para el segundo caso se realizó 5 mediciones en un día. Estos datos para obtener un caudal de mayor representatividad.

### **3.2. Tipo de investigación**

El trabajo de investigación es Aplicada y según Sierra (2002, p.123) los estudios se deben establecer y fijar anticipadamente las variables, después formulan hipótesis, estos deben verificarse por estadística, trabajando con puntos particulares y finalizando en las conclusiones.

### **3.3. Nivel de investigación**

Explicativo

Es importante detallar, puesto que en esta parte se detalla el efecto del trabajo y es precisamente la que nos convoca realizarlo, según algunos estudiosos de la metodología científica, se menciona que el nivel es el grado de profundidad que tiene el estudio, en el nivel explicativo está orientado a

dar respuestas, es por ello para lograr un cambio del uso de las aguas residuales, el sistema de tratamiento servirá procesar dichas aguas y transformarlas en aguas recicladas, con el objetivo de usarlas en las irrigaciones de los campos de agricultura, como es el caso de las tierras de cultivo en el anexo de Auquimarca barrio La Pampa.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño del trabajo de investigación es no experimental, transversal, descriptivo.

Diseño específico

M- O

M: Aguas residuales

O: Diseño del sistema de tratamiento

### **3.5. Población y Muestra**

#### **Población**

Freudenthal (2001, p.55) la población es el conjunto de sujetos que tienen por lo menos un rasgo, la propiedad de ser partes de una agrupación, la inscripción de la misma universidad, o equivalentes. La población abarcará al anexo de Auquimarca, ubicada en el Distrito de Chilca en la Región Junín.

#### **Muestra**

La muestra de la investigación es el barrio la Pampa del anexo Auquimarca (referencia – costado del puente comuneros-desembocadura del alcantarillado del proyecto).

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En primer lugar, se tiene en cuenta el análisis documental, donde se citará las bibliografías, que nos ayudarán para organizar la investigación.

Suárez (1998, p.36) sustenta que las fichas “consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las

cuales debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación”.

Ary (1993, p. 68) las fichas tienen plasmar una sucesión de exigencias serias que asumen como objetivo, facilitar su uso.

Del mismo modo, se considera las no documentadas tal que: encuestas y la observación propiamente dicha, se obtuvieron habiendo en cuenta los aspectos de confiabilidad y validez.

Sierra (1995, p. 47) sostiene que el cuestionario de encuesta “un conjunto de preguntas, preparados cuidadosamente sobre los hechos y aspectos que interesan en una investigación sociológica para su contestación por la población o su muestra a que se extiende el estudio emprendido”.

### **3.7. Procesamiento de la información**

En la preparación y proceso de datos se utilizaron parámetros del RNE.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

En el análisis de datos se hará uso de los softwares aplicativos como Microsoft Excel, AutoCAD respectivamente; donde se considerará.

- Hojas de cálculo.
- Análisis de laboratorio.

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Determinación del caudal

##### 4.1.1. Método Volumétrico - Aforo

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

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

T: Tiempo (s)

Se procedió con la toma de datos en los 2 días de la semana martes y miércoles como se describe:

Tabla 15.

*Medición de caudal día 1*

<b>Hora</b>	<b>Volumen (gal)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (lt/s)</b>
08:00 a.m.	55	17.84	11.670
10:00 a.m.	55	18.16	11.465
12:00 p.m.	55	17.94	11.605
02:00 p.m.	55	16.7	12.467
04:00 p.m.	55	16.92	12.305
<b>Promedio del Caudal (Q<sub>1</sub>)</b>			<b>11.902 lt/s</b>

Fuente: Producción propia

Se evidencia para la tabla N° 15, sobre la medición de caudal en el 1 día de estudio de campo, se tomó los datos en un intervalo de cada 2 horas partiendo de las 08:00 a.m. hasta las 04:00 p.m., haciendo uso de un cilindro con un volumen de 55 galones equivalente a 208.197 lt, a su vez en cada intervalo se tomó los 5 tiempos que tardo en llenar el cilindro con el agua residual y se determinó en cada intervalo un caudal específico siendo el de mayor caudal a las 2 de la tarde con 12.467 lt/s y de menor caudal 10 de la mañana con 11.465 lt/s y para culminar se halló un promedio para un caudal final en el día de 11.902 lt/s.

Volumen: 55 gal = 55 \* 3.7854=208.197 lt

1 galón es equivalente a 3.7854 lt

$$Q_1 = \frac{V}{T}$$

$$Q_1 = 11.902 \text{ lt/s}$$

Tabla 16.

*Medición de caudal día 2*

<b>Hora</b>	<b>Volumen (gal)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (lt/s)</b>
08:00 a.m.	55	18.65	11.163
10:00 a.m.	55	19.11	10.895
12:00 p.m.	55	16.86	12.349
02:00 p.m.	55	17.56	11.856
04:00 p.m.	55	18.25	11.408
<b>Promedio del Caudal</b>			<b>11.534 lt/s</b>

Fuente: Producción propia

Se evidencia para el cuadro N° 16 sobre la medición de caudal en el 2 día, se tomó los datos en un intervalo de cada 2 horas partiendo de las 08:00 a.m. hasta las 04:00 p.m., haciendo uso de un cilindro con un volumen de 55 galones equivalente a 208.197 lt, a su vez en cada intervalo se tomó los 5 tiempos que tardo en llenar el cilindro con el agua residual y se determinó en cada intervalo un caudal específico siendo el de mayor caudal a las 12 del medio día con 12.349 lt/s y de menor caudal 10 de la mañana con 10.895 lt/s y para culminar se halló el promedio para un caudal final en el día de 11.534 lt/s.

Volumen: 55 gal = 55 \* 3.7854=208.197 lt

$$Q_2 = \frac{V}{T}$$

$$Q_2 = 11.534 \text{ lt/s}$$

Promedio:  $Q_1$  y  $Q_2$

<b>CAUDAL PROMEDIO</b>	<b>11.72 lt / s</b>
------------------------	---------------------

#### 4.1.2. Método del Vertedero – Triangular Caudal

Teórico:

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{2g} \left( \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \right) h^{\frac{5}{2}}$$

Caudal Real:

Se multiplica por un coeficiente de descarga ( $C_d$ )

$$Q = \frac{8}{15} c_d \sqrt{2g} \left( \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \right) h^{\frac{5}{2}}$$

Donde los valores del coeficiente de descarga son:

Ángulo $\theta$	$C_d$
15°	0.52 - 0.75
30°	0.59 - 0.72
45°	0.59 - 0.69
60°	0.50 - 0.54
90°	0.50 - 0.60

Para nuestro cálculo obtuvimos los siguientes datos en campo:

- $\theta = 90^\circ$
- $C_d$  = en relación al ángulo del vertedero triangular
- $h$  = Para la altura se tomaron 5 datos en diferentes horarios en un día determinado.

Tabla 17.

*Medición de alturas vertedero triangular*

Hora	Altura (h) - cm
08:00 a.m.	0.15
10:00 a.m.	0.16
12:00 p.m.	0.16
02:00 p.m.	0.15
04:00 p.m.	0.14
<b>Promedio de alturas</b>	<b>0.152</b>

Fuente: Producción propia

En el cuadro N° 17 se hizo uso de un vertedero triangular, las mediciones fueron cada 2 horas partiendo desde las 8 de la mañana hasta las 4 de la tarde se buscó determinar las 5 alturas a la lámina de agua (h) en cada lapso de tiempo, siendo el de mayor altura a las 10 de la mañana y a las 12 medio día con 16 cm respectivamente mientras que la menor altura fue a las 4 de la tarde con 14 cm, una vez establecido las alturas se calculó un promedio de las mismas y se reemplazarlo en la ecuación del caudal.

Con la altura promedio obtenida en campo se determina el cálculo del caudal:

**Caudal Teórico:**

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{2g} \left( \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \right) h^{\frac{5}{2}}$$

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{2 \times 9.81} \left( \operatorname{tg} \frac{90}{2} \right) 0.152^{\frac{5}{2}}$$

$$Q = 0.0213 \text{ Caudal}$$

**Real:**

Se multiplica por un coeficiente de descarga (Cd)

$$Q = \frac{8}{15} cd \sqrt{2g} \left( \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \right) h^{\frac{5}{2}}$$

Ya que el vertedero es de forma triangular el ángulo es de 90 °, por ende, según su coeficiente de descarga (cd) es:

Ángulo $\theta$	Cd
90°	0.50 - 0.60

**Cd= 0.55**

$$Q = \frac{8}{15} \times 0.55 \sqrt{2 \times 9.81} \left( \operatorname{tg} \frac{90}{2} \right) 0.152^{\frac{5}{2}}$$

$$Q = 0.0117 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 11.705 \text{ lt/s}$$

Para el trabajo se utilizará el caudal siguiente:

<b>CAUDAL (Q)</b>	<b>11.72 lt / s</b>
-------------------	---------------------

## 4.2. Determinación de la población futura.

Para la elaboración del sistema de tratamiento contará con lo siguiente:

- Proyección de 20 años.
- Método geométrico

Para el cálculo de la población futura se determinará con el método geométrico o exponencial.

### 3.1 Reglamentos vigentes en la zona del proyecto ...

DIGESA	DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL - MINISTERIO DE SALUD
<b>NORMA TECNICA</b> <b>ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA POBLACIONES</b> <b>RURALES Y URBANO-MARGINALES</b>	

### 4.03. PERIODO DE DISEÑO

Los periodos de diseño se determinarán considerando los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras de concreto y de los equipos electromecánicos.
- Facilidad o dificultad para hacer ampliaciones de la infraestructura.
- Crecimiento y/o decrecimiento poblacional.
- Capacidad económica para la ejecución de las obras.

Para el diseño se tomará en cuenta los siguientes valores:

a. Obras de captación	=	20 a 30 años
b. Pozos	=	20 a 30 años
c. Plantas de tratamiento, reservorios	=	20 a 30 años

### 4.2.1. Cálculo de la Población actual (población desconocida)

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

- n: población actual (desconocida)
- z: 2,58

- p: 50%
- q: 50%
- e: 6%

$$n = \frac{2.58^2 * 0.5 * 0.5}{0.06^2}$$

$$n = 495$$

Por lo tanto, la población actual del barrio La Pampa es de 495 habitantes.

#### 4.2.2. Cálculo de la Población Futura - Método Geométrico

$$Pf = Pa (1 + r)^t$$

Donde:

- Pa: Población actual (495 habitantes)
- r: Tasa de crecimiento (1.6%)
- t: periodo de diseño (20 años)

$$Pf = Pa (1 + r)^t$$

$$Pf = 495 \left(1 + \frac{1.6}{100}\right)^{20}$$

$$Pf = 724$$

$$Pf = 724 \text{ habitantes}$$

### 4.3. Calidad Física, Química y Bacteriológica del agua residual

Las calidades físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas residuales en el anexo Auquimarca se encuadra con los resultados conseguidos en el laboratorio.

#### 4.3.1. Parámetros evaluados en laboratorio – análisis físicos y químicos.

Tabla 18.

Parámetros realizados en laboratorio del agua residual

ENSAYOS	MÉTODOS	RESULTADOS
Potencial de Hidrógeno (PH)	– MS – 4500 – H <sup>+</sup> – B – <i>Electrométrico</i>	8.4
Conductividad Eléctrica	MS – 2510 – B – <i>Método de Laboratorio</i>	1200 $\mu\text{s}/\text{cm}$
Turbidez	MS – 2130 – B – <i>Nefelométrico</i>	358.0 NTU
Temperatura	MS – 2550 – B – <i>Método de Laboratorio</i>	16.0 °C
Sólidos Suspendidos Totales	MS – 2540 – D – <i>Secados a 103°C – 105°C</i>	296.0 mg/l
Oxígeno Disuelto	MS – 4500 – O <sub>2</sub> – G – <i>Método de Electrodo de Membrana, Oxímetro</i>	0.0 mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	MS – 5210 – B rod 5 días – <i>Respirometro</i>	366.0 mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	MS – 4500 – O <sub>2</sub> – G – <i>Método de Electrodo de Membrana, Oxímetro</i>	813.0 mg/l

Fuente: Resultados de laboratorio de Análisis Químico de la UNCP

#### a) Potencial de Hidrógeno (PH):

En la determinación del parámetro PH se utilizó un multiparámetro, el valor de las aguas residuales se puede establecer su basicidad o acidez, para el afluente el resultado obtenido se evidencia en el cuadro anterior, dando como resultado 8.4 (siendo ácido pH <7, y en medio básico y cuando el pH >7 es alcalino). Para nuestro estudio resulta nuestro PH es alcalino la muestra se tomó en un vaso precipitado de 100 ml y se ahogan los electrodos. Se sacude el espécimen para homogeneizar y

conservar los sólidos en suspensión. Se aprecia concisamente y se apunta el dato del Potencial Hidrógeno.

**b) Conductividad eléctrica - CE**

En este punto la CE que contiene la muestra en el afluente para nuestro sistema de tratamiento es de sistema varía desde 1200  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , esta medida es relevante que ya el reúso del agua residual va ser para agricultura y tiene que estar bajo los parámetros de las ECA hacia el agua, determinados en el Ministerio del Ambiente.

**c) Turbidez**

Para este punto la turbidez se utilizó el turbidímetro determinado como resultado 358.0 NTU.

**d) Temperatura**

Se utilizó en este parámetro un termómetro digital. La temperatura perturba y descompone la existencia en el agua, altera la congregación de saturación de oxígeno diluido, para la rapidez de las resistencias químicas y acción bacteriana, el punto de sedimentación de sólidos en aguas cálidas es mayor que en las aguas frías, la variante de viscosidad de las aguas. Se aprecia la temperatura su estimación es de 16.0 °C, cumpliendo con los Límites máximos permisibles (L.M.P)

**e) Sólidos suspendidos totales**

En este punto se establece utilizando un dispositivo Multiparámetro, teniendo como resultado para los Sólidos suspendidos totales un valor de 296.0 mg/l.

**f) Oxígeno Disuelto**

En el parámetro de oxígeno disuelto se determinó en laboratorio un valor de 0.0 mg/l.

**g) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La disposición de la cuantía de oxígeno disuelto acabado por los microorganismos en los métodos de estabilidad del elemento orgánica biodegradable, en contextos aeróbicas, para un lapso de incubación de 5 días y a 20°C, el punto determinado en el afluente es 366 mg/l. según lo establecido en laboratorio con una muestra en su análisis de 94 ml haciendo uso del método estandarizado M.S.

#### **h) Demanda química de oxígeno (DQO)**

En la determinación de la Demanda química de oxígeno del afluente para nuestro sistema de tratamiento se llevó laboratorio teniendo una muestra de 2ml para el análisis respectivo dando como resultado un valor de 813.0 mg/l, para lo determinado en el M.S. en agua residual haciendo uso del Espectrofotómetro.

#### **4.3.2. Parámetros evaluados en laboratorio - análisis Bacteriológico**

**Tabla 19.**

*Parámetros realizados en laboratorio del agua residual*

<b>MUESTRA</b>	<b>COLIFORMES TOTALES NMP/100ml 24 Hrs / 37°C</b>	<b>COLIFORMES FECALES NMP/100ml 24 Hrs / 37°C</b>
Agua Residual	$2,4 \times 10^7$	$9,3 \times 10^7$

Fuente: Resultados de laboratorio de Análisis Químico de la UNCP

#### **a) Coliformes totales (NMP)**

Para el análisis de los Coliformes Totales hizo uso de métodos con los tubos múltiples con los medios de cultivo como el Sustrato Cromogénico x-gal durante las 24 horas con una temperatura de 37°C, dando como resultado en laboratorio de  $2,4 \times 10^7$ . La muestra de las aguas nunca es dispuesta al cuerpo receptor, por no plasmar con las normas de la calidad (ECA) determinados por el Ministerio del Ambiente. D.S N° 002-2008.

#### **b) Coliformes fecales (NMP)**

Para este análisis de los Coliformes fecales se parte mencionando que es un subgrupo de los Coliforme total que son aptos de transformarse lactosa, estos tipos se afectan con el organismo y microorganismo, en bacterias y virus, propiciando enfermedades, los datos establecido en los laboratorios es de  $9,3 \times 10^7$ . Utilizando como medio de cultivo el Sustrato Fluorogénico Mug.

#### 4.4. Evaluación de resultados

Para el presente estudio según los resultados dados en laboratorio corresponden con las pautas vigentes de los Límites Máximos Permisibles, evitando causar contaminación en el ambiente, se aprecia en la sucesiva tabla.

**Tabla 20.**

*Comparación del agua residual con los L. M. P de un sistema de tratamiento*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.M, P. DEL EFLUENTE PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA</b>	<b>RESULTADO DEL AGUA RESIDUAL ANEXO DE AUQUIMARCA (PUENTE COMUNEROS)</b>	<b>NIVEL DE CONTAMINACIÓN</b>
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	Mg/L	100	366.0	FUERTE
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	Mg/L	200	813.0	FUERTE
<b>pH</b>	UNIDAD	6.5 - 8.5	8.4	ACEPTABLE
<b>Sólidos Totales en Suspensión</b>	ml/L	150	296.0	FUERTE
<b>Temperatura</b>	°C	<35	16.0	ACEPTABLE

Fuente: Ministerio del Ambiente D.S. N° 003- 2010

#### 4.5. CRITERIOS DE DISEÑO DEL TANQUE IMHOFF

Los criterios de tanque Imhoff se basan en los parámetros de la Normativa S090 “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales” del RNE.

##### 4.5.1. Diseño de la Zona de Sedimentación

- Caudal para el tratamiento ( $m^3/hora$ )  
:

$$\text{CAUDAL} \quad 11.72 \text{lt / s}$$

$$Q = 11.72 \times 0.001 \times 3600$$

$$Q = 42.192 m^3/hora$$

- Área del sedimentador.  $A_s$  ( $m^2$ )

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

Para:

$C_s$ : carga superficial, igual a  $1 m^3 / (m^2 * hora)$  –RNE. Norma OS. 90

$$A_s = \frac{42.192 m^3/hora}{\frac{m^3}{m^2 * hora}}$$

$$A = 42.192 m^2$$

- Volumen del sedimentador.  $V_s$  ( $m^3$ )

$$V_s = Q \times R$$

Para:

$R$  = Periodo de retención hidráulica, varia de 1.5 a 2.5 horas (sugiere dos horas). RNE. Norma OS. 90

$$V_s = 42.192 \times 2$$

$$V_s = 84.384 m^3$$

- El fondo del tanque tendrá una sección transversal en V y la pendiente de los lodos en perspectiva a la horizontal será entre 50° a 60°.
- Para la arista central se tiene que haber una ranura hacia el camino de sólidos movidos hacia el digestor, esta ranura entre 15 cm a 20 cm.
- Para uno de los lados deberá extenderse de 15 cm a 20 cm, de manera que obstaculice la dirección de gases y sólidos desprendidos del digestor para el sedimentador, circunstancia que disminuirá el contenido de remoción de sólidos en suspensión en el elemento de proceso.

RNE. Norma OS. 90

- **Por teoría:** Relación Largo / Ancho = 3.0 A= ancho zona de sedimentación

L= largo zona de sedimentador

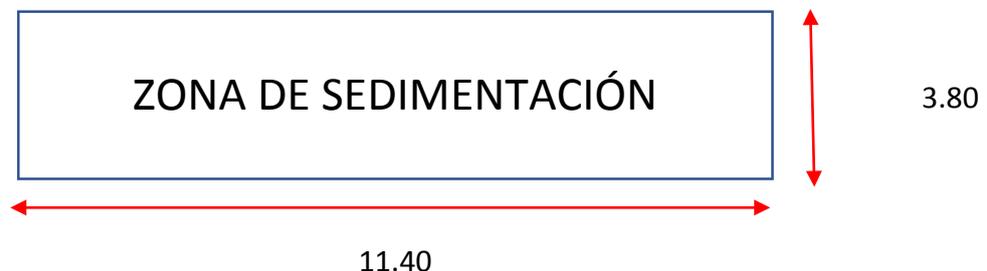
$$A = \left( \frac{A_s}{\text{Relación } l/a} \right)^{0.5}$$

$$A = \left( \frac{42.192}{3} \right)^{0.5}$$

$$A = 3.80$$

$$A = 3.80 \text{ m}$$

$$L = 3 \times A = 11.40 \text{ m}$$



□

Profundidad zona de sedimentador H (m):

$H = \text{Periodo de retención} \times \text{Carga Superficial}$

Tasa de sedimentación-carga superficial, Cs	1.00 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *hora
Periodo de retención, horas	2.00 horas a (1.5 a 2.5 horas)

RNE. Norma OS. 90

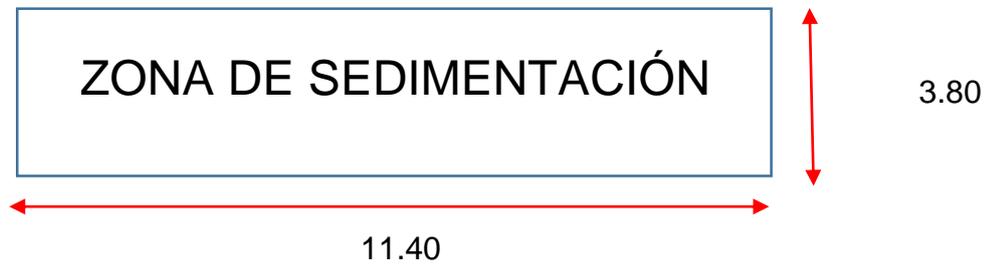
$$H = 2 \times 1$$

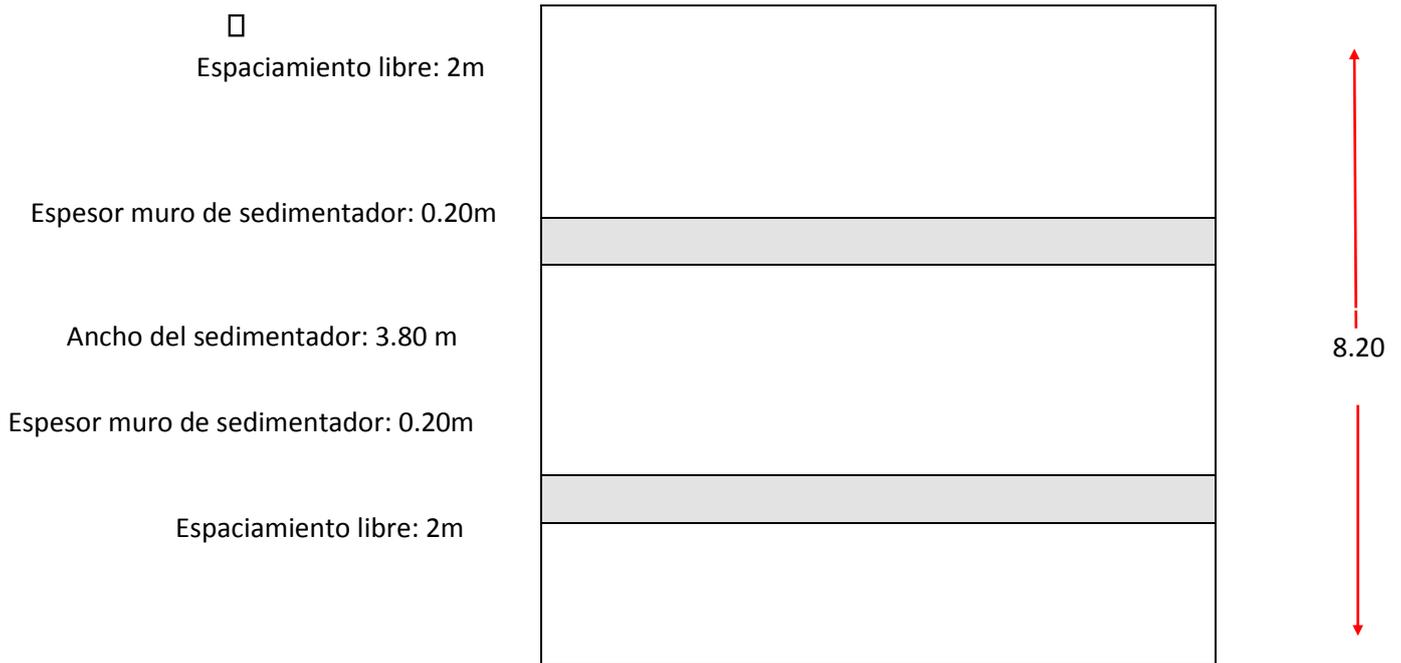
$$H = 2 \text{ m}$$

- Espaciamiento libre pared digestor al sedimentador:

Para nuestro cálculo se utilizará 2 metros según. RNE. Norma OS. 90 como mínimo 1.00 m.

- Espesor muro de sedimentador:  
El espesor del muro del sedimentador será de 0.20 m





Borde libre para nuestro cálculo será de 0.50 m:

Según RNE. Norma OS. 90 tiene como valor mínimo de 0.30m.

- Altura zona de sedimentador h (m):

Según RNE. Norma OS. 90 el fondo del tanque tendrá de sección transversal de perfil V y pendiente de los lados, con referencia al eje horizontal, será una variante de 50 y 60 grados.

Para nuestro cálculo utilizaremos 60 grados.

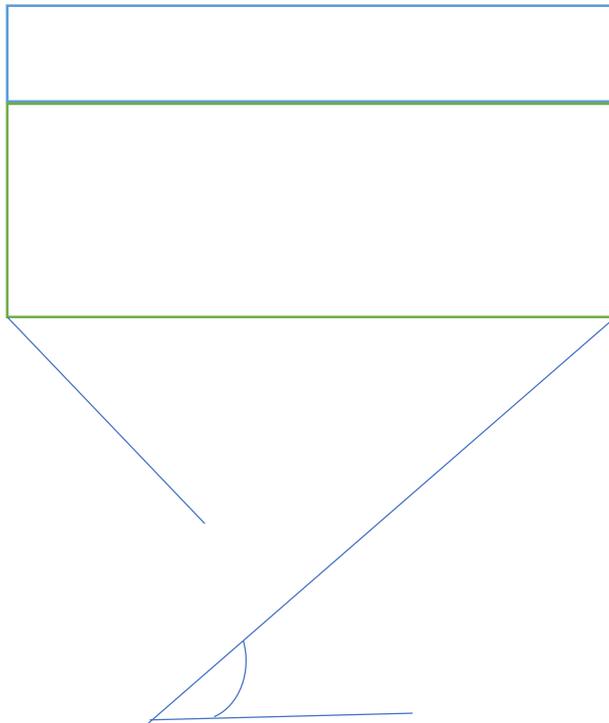
$$h1 = \frac{Ancho}{2} \times tg 60$$

$$h1 = \frac{3.80}{2} \times tg 60$$

$$h1 = 3.29 m$$



Ancho del sedimentador: 3.80m



Borde libre: 0.50m

Profundidad zona sedimentador: 2 m

Altura zona de sedimentador: 3.29 m

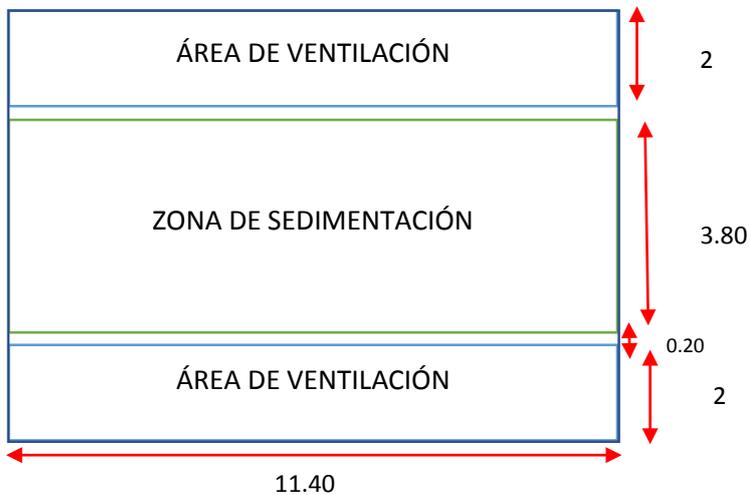
Ángulo fondo de sedimentador: 60°

- **Altura total del sedimentador ( $A_{ts}$ ):**

$$A_{ts} = 3.29 + 2 + 0.50$$

$$A_{ts} = 5.79 \text{ m}$$

Área de ventilación ( $A_v$ ):



□  
Área de Ventilación es:

$$A_v = 2 \times 2 \times 11.40$$

$$A_v = 45.60 \text{ m}^2 \text{ Ancho}$$

del tanque ( $A_t$ ): 8.20 m.

- Se verifica la superficie libre total tendrá mínimo 30% del área total del tanque, según RNE. Norma OS. 90

Superficie libre ( $S_t$ ):

$$S_t = \frac{A_v}{S}$$

Para: S (Largo del sedimentador x Ancho del sedimentador)

$$S_t = \frac{45.60}{93.48}$$

$$S_t = 48.78\%$$

Cumple con la norma >30 % de la superficie total del tanque.

- Longitud mínima del vertedero de salida.  $L_v$  (m).

$$L_v = \frac{Q_{max}}{C h v}$$

Para:

3

$Q_{max}$ : Caudal máximo diario de diseño, en m<sup>3</sup>/día.

Chv: Carga hidráulica para el vertedero, varía de 125 a 500 m<sup>3</sup> / (m<sup>2</sup>\*día)  
 - Sugerido 300, según organización panamericana de la salud  
 OPS/CEPIS/05.163

$$Lv = \frac{11.72 \times \frac{86400}{1000}}{300}$$

$$Lv = 3.38 \text{ m}$$

#### 4.5.2. Diseño del digestor.

- Volumen de almacenamiento y digestión. Vd. (m<sup>3</sup>)

En el apartamiento de acumulación y asimilación de lodos (cámara inferior) se partirá en:

Tabla 21.

*Factor de Capacidad relativa*

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

Fuente: RNE. Norma OS. 90

$$Vd = \frac{70 * P * Fcr}{1000}$$

Para:

- Fcr: factor de capacidad relativa
- P: población

Para determinar el Fcr, está en relación a la temperatura 15° C, el volumen de 70 litros por habitante para la temperatura de 15°C. RNE. Norma OS. 90

$$Vd = \frac{70 * 724 * 1}{1000}$$

$$Vd = 50.38 \text{ m}^3$$

- Volumen de lodos en digestor calculado  $V_l$  ( $m^3$ ).

$$V_l = (A_t \times L \times \text{Altura lodo digestor}) + (\#P_l \times \#P_a) * \left(\frac{A_t}{\#P_a}\right)^{\frac{2}{4}} * \left(\frac{L}{\#P_l}\right) * \tan(\text{ángulo tolva})$$

- Altura lodo de digestor según RNE. Norma OS 90. Como mínimo 1.80 m, para el cálculo se tomará 3.00 m
- # troncos de pirámide largo ( $\#P_l$ ), # troncos de pirámide ancho ( $\#P_a$ ), para el caso los dos troncos serán de 1.
- Ángulo de inclinación de la tolva del digestor es de  $15^\circ$  a  $30^\circ$  con respecto a la horizontal según RNE. Norma OS 90. Se tomará un ángulo de  $15^\circ$ .

$$V_l = (8.20 \times 11.40 \times 3) + (1 \times 1) * \left(\frac{8.20}{1}\right)^{\frac{2}{4}} * \left(\frac{11.40}{1}\right) * \tan(15^\circ)$$

$$V_l = 289.19 \text{ m}^3$$

- Altura del fondo del digestor  $A_{fd}$ (m):

$$A_{fd} = \frac{\text{Ancho del tanque}}{2} \times \text{Inclinación tolva del digestor}$$

Inclinación de la tolva del digestor según  $15^\circ$  a  $30^\circ$  con respecto a la horizontal RNE. Norma OS. 90, se tomará  $15^\circ$ .

$$A_{fd} = \frac{8.20}{2} \times \text{tg}15^\circ$$

$$A_{fd} = 1.098 \text{ m}$$

- La altura mayor de lodos habrá que quedar 0.50 m por debajo de la base del sedimentador (zona neutra). RNE. Norma OS. 90.
- En el margen medio se depondrá una ranura para la salida de sólidos de 15 cm a 20 cm. Una de las partes habrá que

aumentar para que frene la salida de gases al sedimentador; a continuación, convendrá poseer una relevancia horizontal de 15 cm a 20 cm. RNE. Norma OS.

90.

- El diámetro pequeño de los tubos de eliminación de lodos estará de 200 mm. RNE. Norma OS. 90.
- La tubería para la eliminación de lodos tiene que ser 0.15 m por arriba de la base del tanque. RNE. Norma OS. 90.
- Altura total tanque Imhoff  $A_{tanque}$  (m)

$$A_{tanque} = A_{ts} + \text{Altura lodo digestor} + A_{fd} + \text{zona neutra}$$

$$A_{tanque} = 5.79 + 3 + 1.10 + 0.50$$

$$A_{tanque} = 10.39 \text{ m}$$

#### 4.5.3. Tiempo requerido para la asimilación de lodos.

El lapso pretendido en asimilar de lodos no es constante, mucho influye la temperatura, en ello se recurrirá en lo siguiente.

Tabla 22.

*Tiempo de digestión*

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

Fuente: RNE. Norma OS. 90

Para el trabajo en tiempo de digestión será de 55 días esto en relación a la temperatura de 15 °C.

- **Frecuencia del retiro de lodos.**

Los lodos asimilados habrá que descartarse habitualmente, en evaluar la repetición de destierros de lodos se utilizarán los valores señalados en la tabla antepuesta N° 4. La repetición de eliminación de lodos convendrá deducir en referencia en el lapso referencial, en razón

de la existencia de una mixtura de lodos frescos y lodos asimilados, estos colocados en la base del digestor. Para esta manera la espera de un periodo entre procedencias de lodos continuas corresponderá ser por lo menos el tiempo de asimilación y alteración de la principal extracción que se habrá que hacer tiempo en la dupla de asimilación.

- **Extracción de lodos.**

El diámetro pequeño de la tubería en la eliminación de lodos habrá de ser 200 mm y quedará situado a 0.15m arriba de la base del tanque.

- **Área de ventilación y cámara de natas.**

En el diseño del espacio libre entre las paredes del digestor y el sedimentador (línea de espuma o natas) contará con las sucesivas razones.

- El espaciamiento separado contará con 2 metro.
- El área total deberá ser mínimo 30% de la superficie total del tanque.
- El borde libre tendrá como mínimo 0.50m.

Los segmentos en la superficie del tanque habrá que ser asequibles, y que logren demolerse o retirar la espuma y lodo movable.

#### 4.5.4. Lechos de secado de lodos.

Los lechos de deshidratación de lodo habitualmente la técnica más simple y barato de deshidratar el lodo, es perfecta para mínimas poblaciones.

Es realizado en mampostería, de concreto o de tierra (con diques), hondura total útil de 0.50 m a .060 m. El ancho de los lechos de secado habitualmente de 3 m a 6 m, para infraestructuras con mayor demanda logran los diez metros.

El derrame habitualmente de 30 cm d en grosor tendrá los sucesivos puntos:

- El medio de soporte confiado es compuesto por una capa de 15 cm elaborado por ladrillos sobre un medio filtrante, en un desviamiento de 2 cm a 3 cm rellena con arena.

- La arena es el medio filtrante y convendrá poseer un tamaño seguro de 0.3 a 1.3 mm
- En la parte inferior de la arena se colocará una capa de grava graduada hasta 20 cm de grosor.
- ✓ Carga de sólidos entrante al sedimentador C (kg de SS/día).

$$C = Q * SS * 0.0864$$

Para:

- SS: sólidos en suspensión para agua residual mg/l.
- Q: caudal promedio de agua residual.

$$C = 11.72 * 296 * 0.0864$$

$$C = 299.73 \text{ kg de SS/día}$$

- ✓ Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día).

$$Msd = (0.5 \times 0.7 \times 0.5 \times C) + (0.5 \times 0.3 \times C)$$

$$Msd = (0.5 \times 0.7 \times 0.5 \times 299.73) + (0.5 \times 0.3 \times 299.73)$$

$$Msd = 97.41 \text{ Kg SS/día}$$

- ✓ Volumen diario lodos digeridos (Vld, en litros/día).

$$V_{ld} = \frac{Msd}{\rho_{lodo} \times (\%sólido/100)}$$

Para:

- $\rho$  lodo: Densidad de los lodos 1.04 Kg/l.
- % de sólidos: El lodo, entre 8 a 12%. Usaremos el promedio que es el 10 %

$$V_{ld} = \frac{97.41}{1.04 \times (\frac{10}{100})}$$

$$V_{ld} = 936.63 \text{ lt /dia}$$

- ✓ Volumen lodos a extraer del tanque (Vel, en m<sup>3</sup>).

$$V_{el} = \frac{V_{ld} \times T_d}{1000}$$

En el cual:

- Td: Tiempo de digestión, para días (tabla N° 15).

$$V_{el} = \frac{936.63 \times 55}{1000}$$

$$V_{el} = 51.51 \text{ m}^3$$

- ✓ Área del lecho de secado ( $A_{ls}$ , en  $\text{m}^2$ ).

$$A_{ls} = \frac{V_{el}}{Ha}$$

Para:

- Ha: Fondo de 20 cm a 40 cm, se utilizará un promedio 0.30.

$$A_{ls} = \frac{51.51}{0.30}$$

$$A_{ls} = 171.7 \text{ m}^2$$

- ✓ Ancho del lecho de secado

Para el ancho varia de 3 a 6 m, para estructuras grandes consigue variar desde los 10 m.

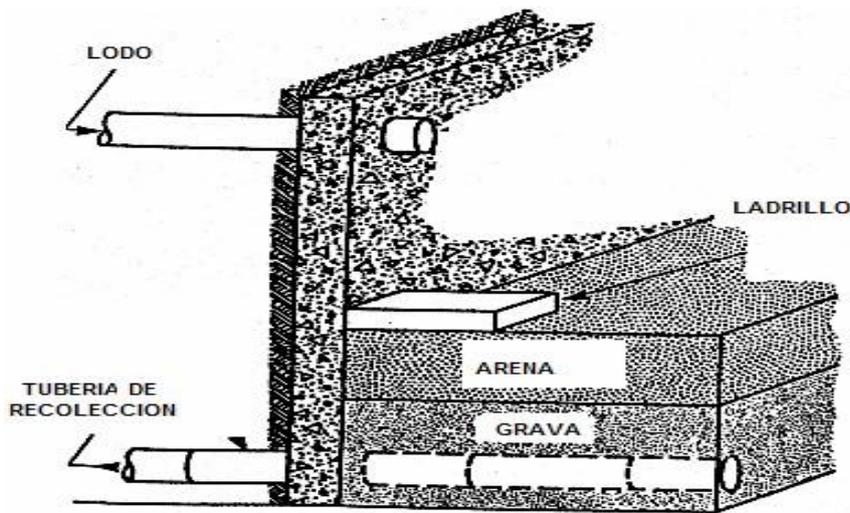
Ancho del lecho de secado = 10 m

- ✓ Longitud del lecho de secado (m):

$$L = \frac{A_{ls}}{\text{Ancho del lecho de secado}}$$

$$L = \frac{171.7}{10}$$

$$L = 17.17 \text{ m}$$



*Figura N° 8:* Lecho de secado

Fuente: Organización Panamericana de la Salud OPS/CEPIS/05.163

#### 4.5.5. Cuidado del tanque Imhoff.

- Zona de sedimentador.

Para la superficie de agua del sedimentador tiene que estar sin la presencia de sólido flotante y espuma relacionados al agua residual, el cuerpo inserto a las paredes de concreto y superficies metálicas el cual los sólidos son en relación.

El cuerpo se acopia velozmente sobre el área del tanque tiene que ser movido de razón de no perturbar la propiedad de los efluentes, esta acción debe producir un cuidado diario extrayendo toda la materia en la superficie de agua del sedimentador. La extracción del cuerpo flotante se desarrolla con un desnatador.

La estructura de ingreso y fin debe higienizar habitualmente, así también los canales de suministro del agua residual, higienizar una vez finalizada la maniobra de cambio de alimentación con el objetivo de frenar la presencia de insectos y de pestes. Semanalmente los contextos lo necesiten, el sólido depositado en la pared del sedimentador tiene que ser extraídos raudamente. Las grasas y sólidos acopiados en la pared a la altura del trazo de agua tienen que ser movidos.

- Zona de ventilación.

En el punto de ventilación de la cámara de digestión, tiene que estar liberada de nata o sólido flotable, han llevados a la superficie por burbujas de gas. Sumergir nuevamente, es beneficioso el regadío con agua a tensión, sino se realiza esto, es conveniente extraerlas y enterrarlas seguidamente. Tiene que ejecutarse al mes, la grasa y los sólidos acopiados en la pared a la altura del trazo de agua tiene que ser extraídos.

Habitualmente modifica la lámina de espuma, utilizando cal hidratada, por ende, se añade en secciones de ventilación. Se añade una suspensión de cal cercana a 5000 gramos. En 1000 personas.

- Zona de Digestión de lodos.

Evaluación del lodo.

Se establece continuamente el nivel de lodos para disponer su drenaje en el instante propicio al mes como mínimo, establece el nivel que alcanza los lodos en su tratar. En el nivel de lodos se usa una sonda, disminuye con cuidado por la zona de ventilación de gas, para que se estime lamina de las sondas sobre la lámina de lodos.

Se despegan de las cámaras de digestión partiendo paulatinamente la válvula del punto de lodos y dejarlos dirigirse para el lecho de secados. Tienen que retirarse tranquilamente y eludir que se acumulen en los lechos de secado, tienen que demolerse de forma uniforme en la superficie de esta zona.

Para cada descarga de lodos, tiene que evaluarse la temperatura del cuerpo se está filtrando, de igual manera la temperatura ambiente. Con esto se verifica las condiciones en el cual se realiza la digestión.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El presente trabajo de investigación tuvo la finalidad de determinar los resultados que presentamos a continuación.

En relación al objetivo general: Diseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca. Se evaluó el dimensionamiento del sistema de tratamiento por el tanque Imhoff basados en los parámetros del RNE – OS 090 Ptar, en los Límites Máximos Permisibles según el D.S. N° 003 - 2010 - MINAM de manera eficiente según las normativas. Efectivamente el diseño del sistema de tratamiento es por medio del Tanque Imhoff, este servirá para disminuir la contaminación del agua proveniente por el desagüe – agua residual del barrio la Pampa, vale decir que en el sector en estudio existen por los perímetros tierras de cultivo y los campesinos de este lugar lo utilizan para regar las plantaciones, esto lógicamente contaminan los sembríos, estos cultivos van a parar en los mercados para el consumo de animales e incluso consumo humano, es precisamente por ello, visto la realidad problemática, diseño de la planta de tratamiento cumplirá este propósito, mejorando la utilización de las aguas contaminadas. En tal sentido se acepta la Hipótesis planteada el diseño de un sistema de tratamiento permite mejorar la calidad las aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca. Nuestro resultado se asemeja al estudio realizado por Arocutipa, J, donde concluye que la planta de tratamiento de aguas residuales tiene como fin la reducción de la contaminación producida por consecuencia de la descarga del agua residual, vertidos directo al cuerpo receptor, se ha definitivo los puntos ocasionales de mencionados problemas, estas puntos se han precisado, los efectos que ellos resultan, la contaminación del medio ambiente, la que propicia una defectuosa característica de vida de la

población. La oferta técnica de una planta de proceso del agua residual, permiten contrapesar las consecuencias dañinas a la salud y el contexto forjados en el incorrecto movimiento de la laguna de estabilidad. Los resultados de ambas investigaciones se amparan en los supuestos teóricos de tratamiento de aguas residuales, según Rigola (1999), los tratamientos primarios preparan el agua residual en el tratamiento biológico, desechan los contaminantes y disminuyen las variantes del caudal y reunión del agua que consiguen en la planta, así mismo añade el tratamiento secundario común es un tratamiento biológico aerobio continuo de una decantación secundaria para tratamiento biológico, la bacteria y otro microorganismo devastan y metabolizan del cuerpo orgánica solubles y coloidales, la demanda química de oxígeno y la demanda biológica de oxígeno a valor 100 mg/l la velocidad de degradación obedece en microorganismo correctos.

En relación al objetivo específico: Determinar el caudal de las aguas residuales provenientes del barrio la Pampa en el anexo de Auquimarca. Se determinó el caudal de diseño los resultados del trabajo de campo, permite reafirmar que el diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales es efectivo para medir el caudal, esta medición se realizó a través del método volumétrico-aforo con la toma de mediciones consecutivas, se determinó que en cada intervalo de tiempo un caudal específico, el de mayor caudal fue a las 2 de la tarde con 12.467 lt/s y de menor caudal 10 de la mañana con 11.465 lt/s y el promedio del caudal final en el primer día de medición fue 11.902 lt/s. siguiendo el proceso de medición para verificar nuevamente el diseño se reiteró la medición por segundo día consecutivo, determinado que el caudal específico de mayor caudal fue a las 12 horas, con 12.349 lt/s y de menor caudal fue a las 10 horas con 10.895 lt/s y el promedio del caudal final en el día fue de 11.534 lt/s, el promedio de ambas mediciones arrojó un caudal de 11.72 lt/s. A su vez se realizó una segunda medición de caudal por el método de vertedero triangular obteniendo un promedio de 5 muestras de 11.705 lt/s. Realizando un promedio de ambos métodos aplicados obteniendo un caudal para el diseño de 11.72 lt/s. En tal sentido se acepta la Hipótesis planteada el caudal de diseño permite identificar un adecuado sistema de tratamiento para las aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca. Semejante a nuestros hallazgos fue el de

Arocutipa, J, al aplicar el método de aforo para medir el caudal de las tomas independientes en un solo punto, según se han tomado, sugiere que la muestra independientes se concierten en volúmenes equivalentes al caudal, si las fluctuaciones del caudal son poco relevantes la muestra de volúmenes constantes, su volumen final es 2 a 5 Litros, este arquetipo de muestra permite mayor relevancia de los aspectos del líquido, controlado sus potenciales fluctuaciones. Estos hallazgos son amparados teóricamente en el método de aforo, a decir por Torres, E. La acción se realiza para conocer el caudal del agua este pasa por la sección transversal de una corriente por la unidad de tiempo. En relación al objetivo específico: Calcular la población futura quienes se beneficiarán con la aplicación del diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca. La población futura es la adecuada para este tipo de diseño de sistema de tratamiento de aguas residuales. La elaboración del sistema de tratamiento se proyectó para 20 años y se aplicó el método geométrico, proyectando para una población beneficiada de 724 habitantes. En tal sentido se acepta la Hipótesis planteada: La población futura es la adecuada para este tipo de diseño de sistema de tratamiento de aguas residuales. Coincidiendo con los resultados obtenidos por la investigación de Ortega, y Torres, S, también determinaron la población futura aplicando el método matemático de incremento geométrico, como se puede observar el método geométrico es el adecuado para determinar la población futura, quienes se beneficiarían con el diseño de planta de tratamiento de aguas residuales. Su incremento poblacional, está profundamente ligado al tamaño del proyecto, al tiempo de proyecto que se examine. A estas causas inadvertidas, una población no debe ser extrapolada con seguridad mayor a 20 años, ya que, en etapas más extensas, pasan fenómenos de evolución donde deformen en mayor nivel la dimensión del estudio que se va a acoger.

En relación al objetivo específico: Determinar la composición física, química y microbiológica de las aguas residuales que descargan al río Mantaro en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca. El resultado del trabajo de campo arroja los componentes físico, química y microbiológica de las aguas residuales, estas aguas, previo el descargue al río son utilizados en el riego de las chacras, los parámetros medidos fueron : el potencial de hidrógeno, la conductividad

eléctrica, turbidez, temperatura, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, DBO, DQO, en valores de cada parámetro, se encuentra consignado en la tabla N° 11, de todos ellos los relevantes son los sólidos suspendidos con 296.0 mg/l, la demanda bioquímica de oxígeno con 366,0 mg/l y la demanda química de oxígeno con 813.0 mg/l. En cuanto al análisis bacteriológico, se han analizado los Coliformes total con  $2,4 \times 10^7$ , este valor muestra que las aguas no tienen ser vertidas al punto receptor, en otra parte, respecto a Coliformes fecales, el análisis de laboratorio muestra un valor de  $9,3 \times 10^7$ , estos valores son muy altos, contaminando fuertemente el residuo de aguas residuales. En tal sentido se acepta la Hipótesis planteada: La caracterización física, química y microbiológica permite conocer y mejorar la calidad del agua residual en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca. Nuestros resultados se asemejan, al trabajo realizado por Moran, D; llevo a determinar las características físico química y microbiológica de las aguas residuales. El agua residual tiene distintos tipos de materiales sólidos que marchan a partir de hilachas inclusive los cuerpos coloidales, para la precisión en el agua, los cuerpos más espesos son trastornados constantemente antes de examinar los sólidos. Los componentes químicos adentro del agua residual comúnmente tipifican en orgánico e inorgánico. Para combinados inorgánicos encierran elementos particulares y una diversidad de nitratos y sulfatos. Los componentes inorgánicos de alto provecho alcanzan nutrientes, combinados no metálicos, metales y gases. Diversas bacterias son inofensivas en el tracto intestinal, al estar un individuo enfermo al punto de excretar en las heces se encuentran una suma de bacteria patógena, contagiando de esta manera el agua residual. Estos resultados se amparan en las características de las aguas residuales, al respecto Crites & Tchobanoglous, 2000 citado por Moran, D (2014). Menciona que: Los componentes químicos adentro del agua residual comúnmente especifican en inorgánicos y orgánicos. Para agregado inorgánico contienen componentes independientes, diversidad de nitrato y sulfato. Integrante inorgánico de creciente utilidad alcanzan nutrientes, combinados no metálicos, metales y gases. Materia para agregados orgánicos sin logran ser caracterizados de manera apartada; es importante la escala en su proceso, vertido y el rehúso del agua residual del mismo modo los combinados orgánicos específicos.

## CONCLUSIONES

En el desarrollo del proyecto de investigación denominado Diseño de un sistema de tratamiento de las aguas residuales provenientes del barrio la Pampa en el anexo de Auquimarca, se ha realizado estudio de campo, gabinete y laboratorio.

1. El diseño del sistema de tratamiento es por medio del tanque Imhoff permitiendo disminuir la contaminación del agua residual proveniente del barrio la Pampa. De acuerdo a lo estipulado en la Norma OS 090 “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales” del Reglamento Nacional de Edificaciones, en los Límites Máximos Permisibles según el D.S. N° 003 - 2010 - MINAM de manera eficiente según las normativas.
2. Se determinó el caudal del agua residual mediante dos métodos, el primero mediante el método de aforo y el segundo por medio de un vertedero triangular, para el primer método se determinó mediante la medición del caudal por dos días, obteniendo un promedio de 11.72 lt/s. Para el segundo método se determinó un caudal de acuerdo al promedio de las variaciones horarias, obteniendo un promedio de 11. 705 lt/s. Teniendo ambos datos por los métodos desarrollados se obtuvo un promedio de caudal final de 11.72 lt/s en el barrio de la Pampa.
3. La población estimada futura, tomando en cuenta la población actual del barrio y desconociendo la población real de este barrio por carecer de información de las instituciones encargadas de precisar mediante censos específicos, se toma la alternativa de hallar la población actual con un modelo matemático proporcional, que permite acercarnos al tamaño de la población, esta información sirvió para estimar la población futura aplicando el método geométrico con una tasa de crecimiento de 1,6%. En un periodo de diseño de 20 años es 724 habitantes.

4. Se verificó la composición del agua residual para el sistema de tratamiento entre ellos: potencial de hidrógeno, dando como resultado 8.4 (siendo ácido  $\text{pH} < 7$ , y en medio básico y cuando el  $\text{pH} > 7$  es alcalino), Para nuestro estudio resulta nuestro PH es alcalino, en cuanto a la Conductividad eléctrica que tiene el agua residual, varía desde 1200  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , la Turbidez determinado fue de 358.0 NTU. La Temperatura según evaluación es de 16.0 °C, cumpliendo con los Límites máximos permisibles (L.M.P), los Sólidos suspendidos totales como alcanzó un valor de 296.0 mg/l. el valor de oxígeno disuelto es de 0.0 mg/l. la demanda bioquímica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ) es de 366 mg/l. según lo establecido en laboratorio con una muestra en su análisis de 94 ml haciendo uso del método estandarizado (M.S), demanda química de oxígeno (DQO) arrojó un valor 813.0 mg/l.

## RECOMENDACIONES

Como alcances logrados para el estudio del agua residual afluyente en el barrio La Pampa del anexo de Auquimarca, y en relación a las conclusiones determinadas en el desarrollo de la investigación y la elaboración del diseño de la planta de tratamiento para el rehúso del agua residual se sugiere:

1. Implementar el diseño de tratamiento, tomando como base el dimensionamiento de tanque Imhoff y relación a lo estipulado por la Norma OS 090 "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales" del RNE.
2. En la actualidad no existe una planta de tratamiento de estas aguas, se observa que los campesinos de esta parte, usan estas aguas para el riego de los campos de cultivo, con el consiguiente daño a la salud, la caracterización física, química y bacteriológica referida, permitirá evidenciar si el agua tratada y ser apta para el uso previsto.
3. Para avalar la eficaz operatividad del sistema, se recomienda la ejecución de un muestreo y examen en laboratorio, ese programa cumplirá la función de controlar la eficacia del proceso de tratamiento, donde se señala los procesos de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento.
4. Los lodos, producto de la digestión de la materia orgánica en el sistema Imhoff y drenado por las cargas hidráulicas en el lecho de secado, se utilizará como abono, siempre considerando los aspectos bacterianos (desinfección) y beneficiándose de las características físico química de estas materias (lodo).
5. Los aspectos principales de un sistema de tratamiento lo componen la estructura de pre tratamiento, tiene que contar con personal que trabaje únicamente en este sitio, ya que en este punto tiene que estar en constante inspección, manipulación y limpieza duradera. Se toma de esta medida para permitir tratar la pestilencias y moscones en el sistema de tratamiento.
6. Tener presente para una mayor eficacia en la construcción del sistema, debe estar libre de agua, se tendrá que realizar los estudios respectivos para su solución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Alanoca, F. 2008. Evaluación de la eficiencia operacional mediante las características Físico - Químicas y Biológicas de los afluentes y efluentes de las lagunas de estabilización en Llave. Tesis para optar el título de ingeniero agrícola. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú. Recuperado de <https://docplayer.es/amp/76338835-Universidad-nacionaldel-altiplano-puno-facultad-de-ingenieria-agricola-escuela-profesional-deingenieria-agricola-tesis.html>
- ✓ Arocutipa, J 2013. Evaluación y propuesta técnica de la planta de tratamiento de aguas residuales. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero agrícola. Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Agrícola. Puno Perú. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4516>
- ✓ Coronel, C. 2006. Justificación del empleo de nuevos indicadores biológicos en relación con la calidad de aguas. Tesis doctoral en la Universidad Politécnica de Madrid. recuperado de <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=AV20120165163>
- ✓ Crites, R. y 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.
- ✓ Espinoza, R. 2010. Planta de tratamiento de aguas residuales San Juan de Miraflores. Tesis para optar el Grado de Máster en gestión y Auditorías ambientales. Universidad de Piura. Recuperado de [https://www.academia.edu/34361108/planta\\_de\\_tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales\\_en\\_san\\_juan\\_de\\_miraflores](https://www.academia.edu/34361108/planta_de_tratamiento_de_aguas_residuales_en_san_juan_de_miraflores)
- ✓ Guaquipana, E. 2016. diseño de un sistema de depuración de aguas residuales con metodología ambientalista para el sector de Guanujo, Alpachaca, primero de mayo y negro yacu delcantón Guaranda provincia de bolívar. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil. Universidad técnica de Ambato Ecuador. Recuperado de <file:///C:/Users/USER/Downloads/Tesis%201014%20-%20Guaquipana%20Pat%C3%ADn%20Edwin%20Gonzalo.pdf>

- ✓ Hazelip, C. 2008. Reusó en agricultura de las aguas servidas tratadas en tanques Imhoff.
- ✓ López, R y Herrera, K. 2015. Planta de tratamiento de aguas residuales para reusó en riego de parques y jardines en el distrito de la Esperanza, provincia Trujillo - La Libertad. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Universidad privada Antenor Orrego. Recuperado de <https://docplayer.es/53108479-Universidad-privada-antenor-orregofacultad-de-ingenieria-escuela-profesional-de-ingenieria-civil.html>
- ✓ Manual técnico de difusión sistema de tratamiento de aguas residuales para albergues en zonas rurales 2008. Lima-Perú, Edición Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.
- ✓ Metcalf y Eddy. 1995. Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización: 3ª ed. Editorial. McGraw-Hill.
- ✓ Metcalf, A. y Eddy, J. (1991). Ingeniería Sanitaria. Agua Residual Municipal. En red). Disponible en: [www.mie.esab.upc.es/arr/T18E.htm](http://www.mie.esab.upc.es/arr/T18E.htm)
- ✓ NINO, Z., PEREZ, S. y LLOBREGAT, M. 2004. Desarrollo de un Programa de Simulación de Procesos para el Tratamiento de Efluentes Líquidos.
- ✓ Miñano, B y Hidalgo, G. 2016. Culminación del Sistema de alcantarillado, tratamiento y vertimiento mediante Tanque Imhoff y filtros biológicos Para el centro poblado "El Olivar"- Lima. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad privada Antenor Orrego. Recuperado de [http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4712/Heidy\\_Tesis\\_Titulo\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4712/Heidy_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ✓ Morán, D. 2014. Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de san Juan Chamelco, Alta Verapaz. Tesis para obtener el título de ingeniero ambiental en el grado académico de licenciado. Guatemala. Universidad Rafael Landívar. Recuperado de
- ✓ Reglamento nacional de edificaciones /título ii Habilitaciones urbanas/ II.3 obras de saneamiento/O.S.0.90 Plantas de tratamiento de aguas residuales.

- ✓ Rigola, L. 1999. Tratamiento de aguas industriales. Alfa omega grupo editor. México.
- ✓ Salazar, D. 2003. Guía para el Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales. Manuscrito Inédito. Proarca / Sigma. Guatemala. Edita
- ✓ Torres, G. 2014. Tratamiento de aguas residuales mediante la combinación de técnicas avanzadas de oxidación y biofiltros. Tesis para obtener el grado de doctor en Ingeniería Ambiental y Desalinización. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Recuperado de [http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/2150/1/TSE\\_NESCYT-01239.pdf](http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/2150/1/TSE_NESCYT-01239.pdf)
- ✓ Torres, I. 2016. Propuesta de mejoramiento de las operaciones en la planta de tratamiento de agua residual en el municipio de la calera (Cundinamarca). Tesis de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad católica de Colombia facultad de ingeniería programa de ingeniería civil. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13947/4/propuesta%20de%20mejoramiento%20de%20las%20operaciones%20en%20la%20planta%20de%20tratamiento%20de%20agua%20residual%20en%20el%20municipio%20de%20la%20calera%20%28cundinamarca%29.pdf>

## **PÁGINAS WEB**

- Autoridad nacional de agua: <http://www.ana.gob.pe>

## **ANEXOS**

- Matriz de consistencia
- Informe de ensayo físico, químico
- Reporte de ensayo bacteriológico
- Análisis de mecánica de suelos
- Solicitud de autorización para realizar la toma de muestra y determinación del caudal
- Planos
- Panel fotográfico

## Matriz de Consistencia: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL ANEXO DE AUQUIMARCA - PAMPA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cuál es el diseño de sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca?	Diseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca.	El diseño de un sistema de tratamiento permite mejorar la calidad las aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca.	<p><b>Variable 1:</b> V1: Sistema de tratamiento de agua residual</p>	<p>I1: Redes de alcantarillado I1: Situación actual</p> <p>I1: Dimensiones de unidades físicas y planos</p> <p>I1: Capacidad técnica</p> <p>I1: Área de estudio</p> <p>I2: Población actual</p> <p>I2: Población futura</p> <p>I3: Análisis físico, químico y microbiológico del agua residual.</p>	<p><b>Método:</b> Científico</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Descriptivo</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> No experimental, transversal,</p> <p><b>Población / Muestra</b> Población: Anexo de Auquimarca</p> <p>Muestra: Barrio de la Pampa (Referencia – costado del puente comuneros-desembocadura del alcantarillado del proyecto)</p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	Dimensiones:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el caudal de las aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca?</li> <li>¿Cuál es la población futura beneficiaria para el diseño del sistema de tratamiento para las aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca?</li> <li>¿Cómo es la composición física, química y microbiológica de las aguas residuales que descargan al río Mantaro en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el caudal de las aguas residuales provenientes del barrio la Pampa en el anexo de Auquimarca.</li> <li>Calcular la población futura quienes se beneficiarán con la aplicación del diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca</li> <li>Determinar la composición física, química y microbiológica de las aguas residuales que descargan al río Mantaro en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El caudal de diseño permite identificar un adecuado sistema de tratamiento para las aguas residuales en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca.</li> <li>La población futura es la adecuada para este tipo de diseño de sistema de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>La caracterización física, química y microbiológica permite conocer y mejorar la calidad del agua residual en el barrio la Pampa del anexo de Auquimarca.</li> </ul>	<p>D1: Caudal de agua.</p> <p>D2: Población</p> <p>D3: Calidad de agua</p>		



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE: MUCHA SERNAQUÉ LUIS JHONATAN**

MUESTRA : Agua residual domestica	N° DE REFERENCIA : 60-2018
FUENTE : Costado del puente Comuneros	FECHA DE MUESTREO : 05/09/2018
ANEXO : Auquimarca	HORA DE MUESTREO : 08:30 a.m.
DISTRITO : Chilca	FECHA DE ANÁLISIS : 05/09/2018
PROVINCIA : Huancayo	MUESTREADOR : Luis Mucha Sernaqué
REGIÓN : Junín	

Muestra proporcionada por el cliente  
METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANALISIS DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL, APHA, AWWA, WPCF

ENSAYOS	METODOS	RESULTADOS
Potencial de Hidrógeno	MS-4500- H <sup>+</sup> - B-Electrométrico	8.4
Conductividad	MS-2510- B- Método de Laboratorio	1,200.0 µS/cm.
Turbidez	MS-2130- B -Nefelométrico	358.0 NTU
Temperatura	MS-2550- B- Método de Laboratorio	16.0 °C
Sólidos suspendidos totales	MS-2540- D- Secados a 103 – 105°C	296.0 mg/L
Oxígeno Disuelto	MS-4500-O <sub>2</sub> -G-Método de Electrodo de Membranas , Oxímetro	0.0 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	MS-5210-B ROB 5 días-Respirometro	366.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	MS-4500-O <sub>2</sub> -G-Método de Electrodo de Membranas , Oxímetro	813.0 mg/L

Huancayo, 11 de setiembre del 2018



*Glady Maritza Ávila Carhuallanqui*  
Dra. Gladys Maritza Ávila Carhuallanqui  
Responsable del LAQ



**REPORTE DE ANÁLISIS  
BACTERIOLÓGICO DE AGUA**

**SOLICITANTE: MUCHA SERNAQUÉ LUIS JHONATAN**

MUESTRA : Agua residual domestica	N° DE REFERENCIA : 61-2018
FUENTE : Costado del puente Comuneros	FECHA DE MUESTREO : 05/09/2018
ANEXO : Auquimarca	HORA DE MUESTREO : 08:34 a.m.
DISTRITO : Chilca	FECHA DE ANÁLISIS : 05/09/2018
PROVINCIA : Huancayo	MUESTREADOR : Luis Mucha Sernaqué
REGIÓN : Junín	

METODO: TUBOS MULTIPLES ( NMP)

MEDIOS DE CULTIVO:

- SUSTRATO CROMOGENICO X-GAL (COLIFORMES TOTALES)
- SUSTRATO FLUOROGENICO MUG ( E. COLI)

MUESTRA	N° COLIFORMES TOTALES NMP/100mL 24 Hrs/37°C	N° COLIF. FECALES (E.COLI) NMP/100 mL 24 Hrs/37°C
Agua residual	2,4 x 10 <sup>7</sup>	9,3 x 10 <sup>6</sup>

Huancayo, 11 de setiembre del 2018



*Gladys Maritza Ávila Carhuallanqui*  
Dra. Gladys Maritza Ávila Carhuallanqui  
Responsable del LAQ

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS**

Expediente N° : 2108-2020  
 Nombre del tesita : Luis Jhonatan Mucha Sernaqué  
 Nombre de la tesis : Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual proveniente del anexo de Auquimarca - Pampa  
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 21-08-20

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

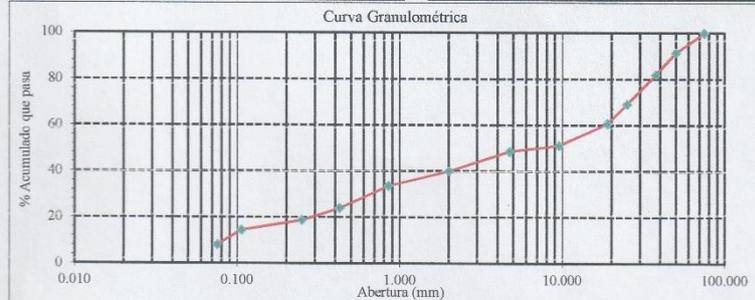
Calicata : C-1  
 Muestra : M-1  
 Profundidad (m) : 2.00

Método de Ensayo para el Análisis Granulométrico NTP 339.128				
Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa
3 pulg.	75.000	0.0	0.0	100.0
2 pulg.	50.000	8.5	8.5	91.5
1 1/2 pulg.	37.500	9.6	18.0	82.0
1 pulg.	25.000	12.7	30.8	69.2
3/4 pulg.	19.000	8.5	39.3	60.7
3/8 pulg.	9.500	9.6	48.8	51.2
No. 4	4.750	2.7	51.5	48.5
No. 10	2.000	8.5	60.0	40.0
No. 20	0.850	6.4	66.3	33.7
No. 40	0.425	9.6	75.9	24.1
No. 60	0.250	5.3	81.2	18.8
No. 140	0.106	4.2	85.5	14.5
No. 200	0.075	6.4	91.8	8.2
Fondo		8.2	100.0	

Método de Ensayo para determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los suelos NTP 339.129	
Límite Líquido	N.P.
Límite Plástico	N.P.
Índice de Plasticidad	N.P.

Fracciones Granulométricas		Contenido de Humedad NTP 339.127	
% Grava	51.5	% Humedad	4.2
% Arena	40.3		
% Finos	8.2		

Clasificación SUCS NTP 339.134		Clasificación AASTHO NTP 339.135	
Símbolo	GW-GM	A-1-a (0)	
Nombre	Grava bien graduada con limo y arena		



**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar Alex Huamani Salazar



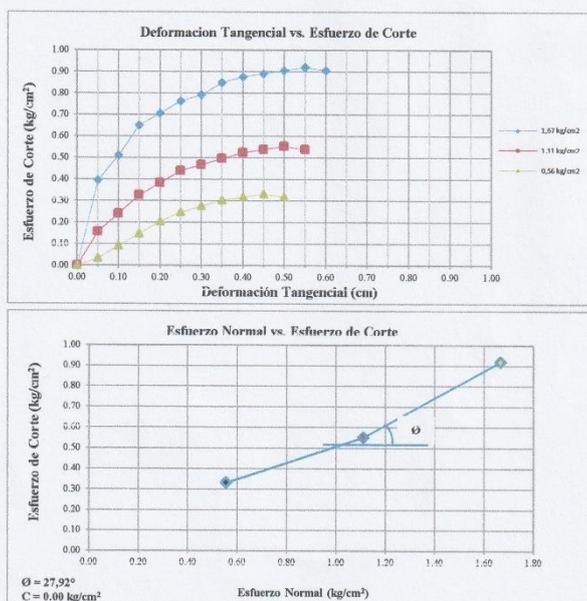
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS**

Expediente N° : 2108-2020  
 Nombre del tesita : Luis Jhonatan Mucha Sernaqué  
 Nombre de la tesis : Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual proveniente del anexo de Auquimarca - Pampa  
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 21-08-20

**I. Ensayo de Corte Directo**  
**NTP 339.171**

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1  
 Profundidad (m) : 2.00  
 SUCS : GW-GM  
 Especimen : Remoldeado (mat. < Tamiz No. 4)

Página 1 de 2



**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Revisado y realizado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS**

Expediente N° : 2108-2020  
Nombre del tesita : Luis Jhonatan Mucha Sernaqué  
Nombre de la tesis : Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual proveniente del anexo de Auquimarca - Pampa  
Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 21-08-20

**II. Ensayo de Corte Directo**  
**NTP 339.171**

Calicata : C-1  
Muestra : M-1  
Profundidad (m) : 2.00  
SUCS : GW-GM  
Especimen : Remoldeado (mat. < Tamiz No. 4)

Página 2 de 2

	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Densidad húmeda inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.808	1.808	1.808
Densidad seca inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.735	1.735	1.735
% Contenido de humedad inicial	4.2	4.2	4.2
Densidad húmeda final (g/cm <sup>3</sup> )	2.112	2.107	2.103
Densidad seca final (g/cm <sup>3</sup> )	1.818	1.804	1.791
% Contenido Humedad Final	16.2	16.8	17.4
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de Corte Maximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.331	0.552	0.920

Angulo de Friccion Interna : 27.92 °  
Cohesión (kg/cm<sup>2</sup>) : 0.00

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Revisado y realizado por el Ing. Huamaní Salazar Omar Alex

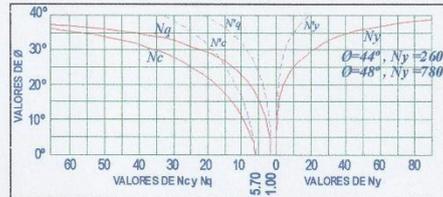


**ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO**

Expediente N° : 2108-2020  
 Nombre del tesis : Luis Iñonatan Mucha Semaqué  
 Nombre de la tesis : Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual proveniente del anexo de Anquinamarca - Pampa  
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 21-08-20

N° de muestra : M-1  
 N° de calicata : C-1

Clasificación SUCS:		GW-GM	
Peso Especifico	$\gamma_m$	1.808	g/cm <sup>3</sup>
Angulo de Friccion	$\phi$	27.92	°
Cohesion	C	0.00	kg/cm <sup>2</sup>

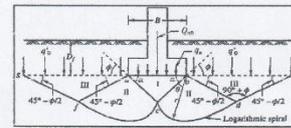


Según Terzagui

Capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas

$Q_{ult}$  = Capacidad de Carga Ultima  
 $Q_{adm}$  = Capacidad Admisible

$$Q_{ult} = 1.3C N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE LA CIMENTACION					
TIPO DE FALLA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA					
Peso Especifico (kg/cm <sup>3</sup> )	$\phi$	C	Nc	Nq	Ny
0.001808	27.92	0.00	31.43	17.66	13.54

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S 2.0			
Base (cm)	Prof. (cm)	qult (kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
150	150	6.26	3.13
150	160	6.58	3.29
150	170	6.90	3.45
150	180	7.22	3.61
150	190	7.54	3.77
150	200	7.86	3.93
150	210	8.18	4.09
200	150	6.75	3.38
200	160	7.07	3.54
200	170	7.39	3.70
200	180	7.71	3.86
200	190	8.03	4.02
200	200	8.35	4.18
200	210	8.67	4.34
250	150	7.24	3.62
250	160	7.56	3.78
250	170	7.88	3.94
250	180	8.20	4.10
250	190	8.52	4.26
250	200	8.84	4.42
250	210	9.16	4.58
300	150	7.73	3.87
300	160	8.05	4.03
300	170	8.37	4.19
300	180	8.69	4.35
300	190	9.01	4.51
300	200	9.33	4.67
300	210	9.65	4.82

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S 2.5			
Base (cm)	Prof. (cm)	qult (kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
150	150	6.26	2.51
150	160	6.58	2.63
150	170	6.90	2.76
150	180	7.22	2.89
150	190	7.54	3.02
150	200	7.86	3.14
150	210	8.18	3.27
200	150	6.75	2.70
200	160	7.07	2.83
200	170	7.39	2.96
200	180	7.71	3.09
200	190	8.03	3.21
200	200	8.35	3.34
200	210	8.67	3.47
250	150	7.24	2.90
250	160	7.56	3.03
250	170	7.88	3.15
250	180	8.20	3.28
250	190	8.52	3.41
250	200	8.84	3.54
250	210	9.16	3.66
300	150	7.73	3.09
300	160	8.05	3.22
300	170	8.37	3.35
300	180	8.69	3.48
300	190	9.01	3.60
300	200	9.33	3.73
300	210	9.65	3.86

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S 3.0			
Base (cm)	Prof. (cm)	qult (kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
150	150	6.26	2.09
150	160	6.58	2.19
150	170	6.90	2.30
150	180	7.22	2.41
150	190	7.54	2.51
150	200	7.86	2.62
150	210	8.18	2.73
200	150	6.75	2.25
200	160	7.07	2.36
200	170	7.39	2.46
200	180	7.71	2.57
200	190	8.03	2.68
200	200	8.35	2.78
200	210	8.67	2.89
250	150	7.24	2.41
250	160	7.56	2.52
250	170	7.88	2.63
250	180	8.20	2.73
250	190	8.52	2.84
250	200	8.84	2.95
250	210	9.16	3.05
300	150	7.73	2.58
300	160	8.05	2.68
300	170	8.37	2.79
300	180	8.69	2.90
300	190	9.01	3.00
300	200	9.33	3.11
300	210	9.65	3.22

Revisado y realizado por el Ing. Humani Salazar Omar Alex



PANEL FOTOGRAFICO

Solicito: Autorización para realizar la toma de muestras del agua residual.

ING. JOSE ANTONIO MOSCOSO BRICEÑO  
CONSORCIO MANTARO II

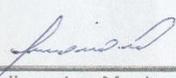
Yo, Luis Jhonatan Mucha Sernaqué con N° de DNI:70234663, con domicilio en la Av. La Victoria N° 424 – Huancayo con el debido respeto me presento y expongo:

Solicito la autorización para realizar la toma de muestras del agua residual y la obtención de datos con fines de desarrollo de la Tesis, estos datos están ubicados en la entrada del puente comuneros, para mencionada toma de muestras contaremos con los equipos de protección personal (EPP).

**POR LO EXPUESTO:**

Ruego a usted Ing. acceder a mi solicitud por ser justicia

ATTE:

  
Luis Jhonatan Mucha Sernaqué

DNI:70234663

CONSORCIO MANTARO II

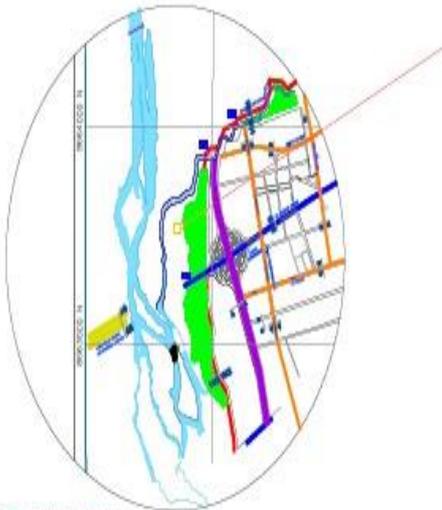
  
José Edwin Verde Burgos  
ADMINISTRADOR DE OBRA

21-05-18

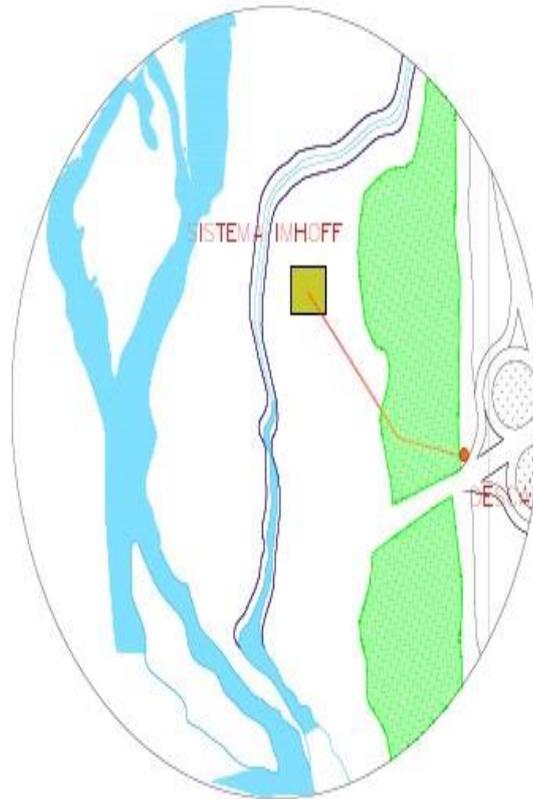
# PLANOS



**ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN**



**ESQUEMA DE UBICACIÓN**



<b>ESTACIÓN DE TRATAMIENTO - TOLUCA IMHOFF</b>	
USUARIOS	100.000
USUARIOS	100.000

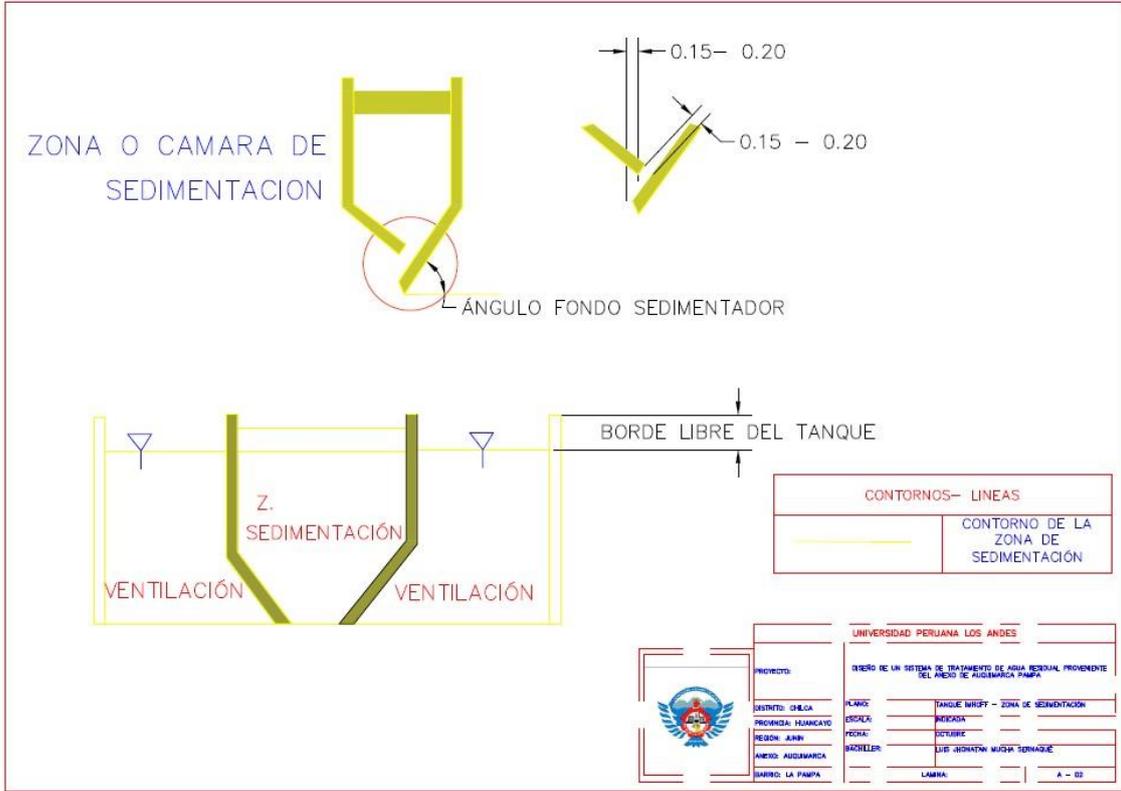
<b>ESTACIÓN DE TRATAMIENTO - TOLUCA IMHOFF</b>	
USUARIOS	100.000
USUARIOS	100.000

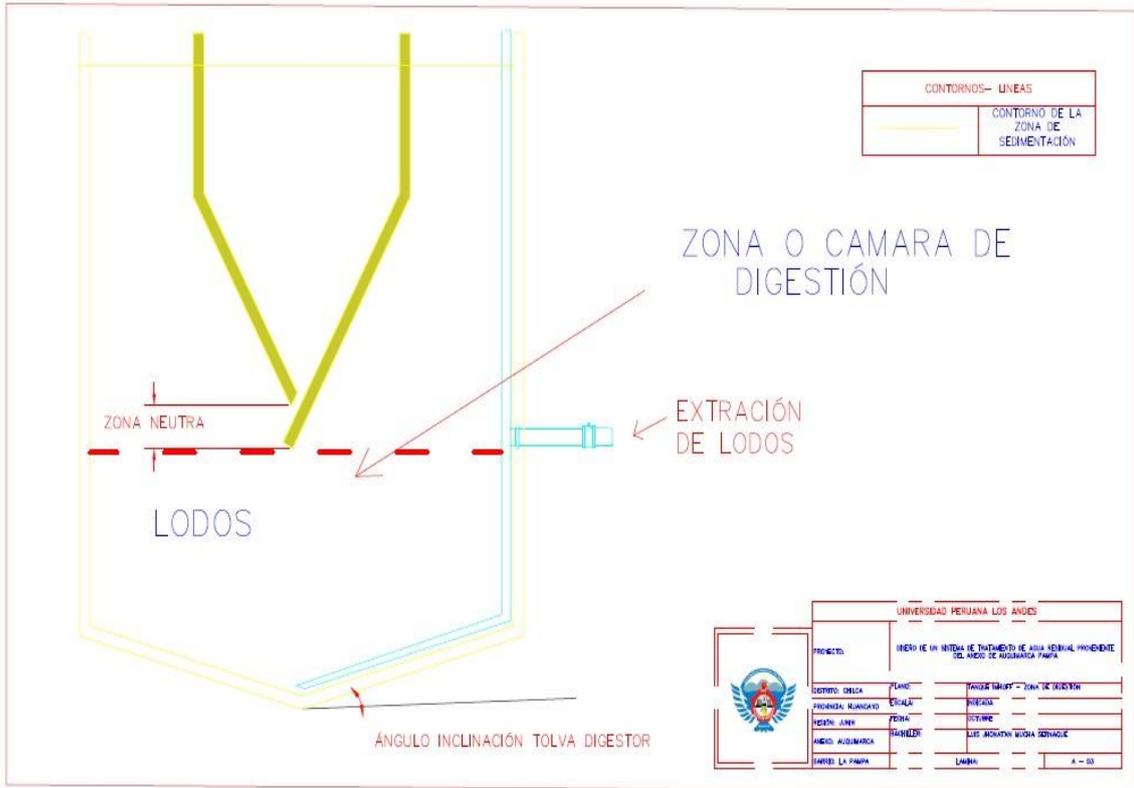
<b>ESTACIÓN DE TRATAMIENTO - TOLUCA IMHOFF</b>	
USUARIOS	100.000
USUARIOS	100.000

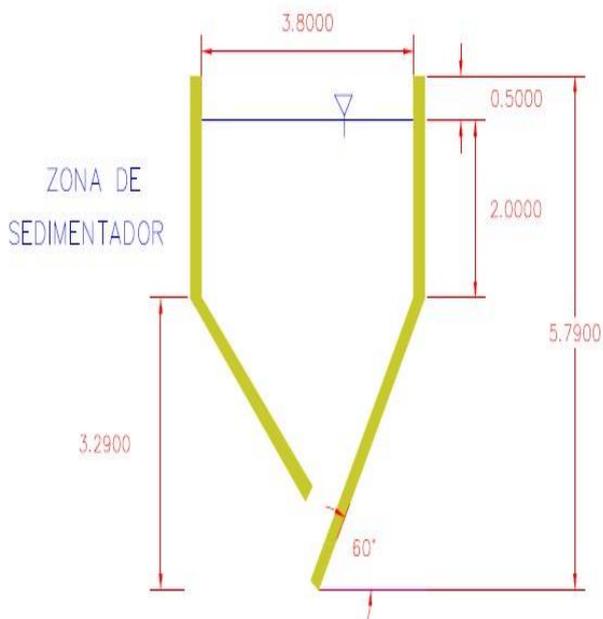
DE CARGA DEL A. RESIDUAL

<b>UNIDAD TERRITORIAL LOS ANDES</b>		
PROVINCIA	PROVINCIA DE LOS ANDES	
CANTÓN	CANTÓN LOS ANDES	
PARISH	PARISH LOS ANDES	
SECTOR	SECTOR LOS ANDES	
UBICACIÓN	UBICACIÓN LOS ANDES	
FECHA	FECHA LOS ANDES	



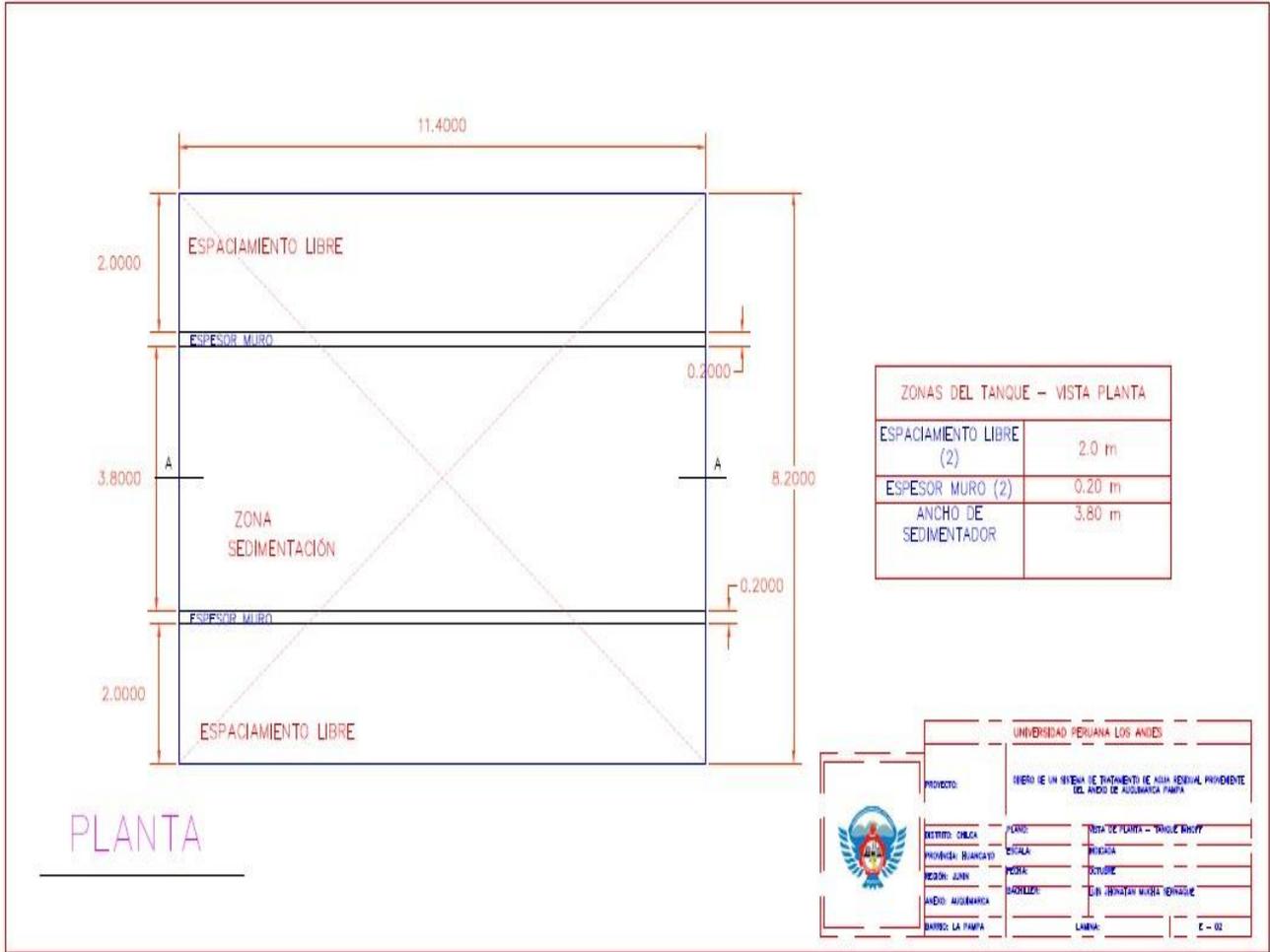


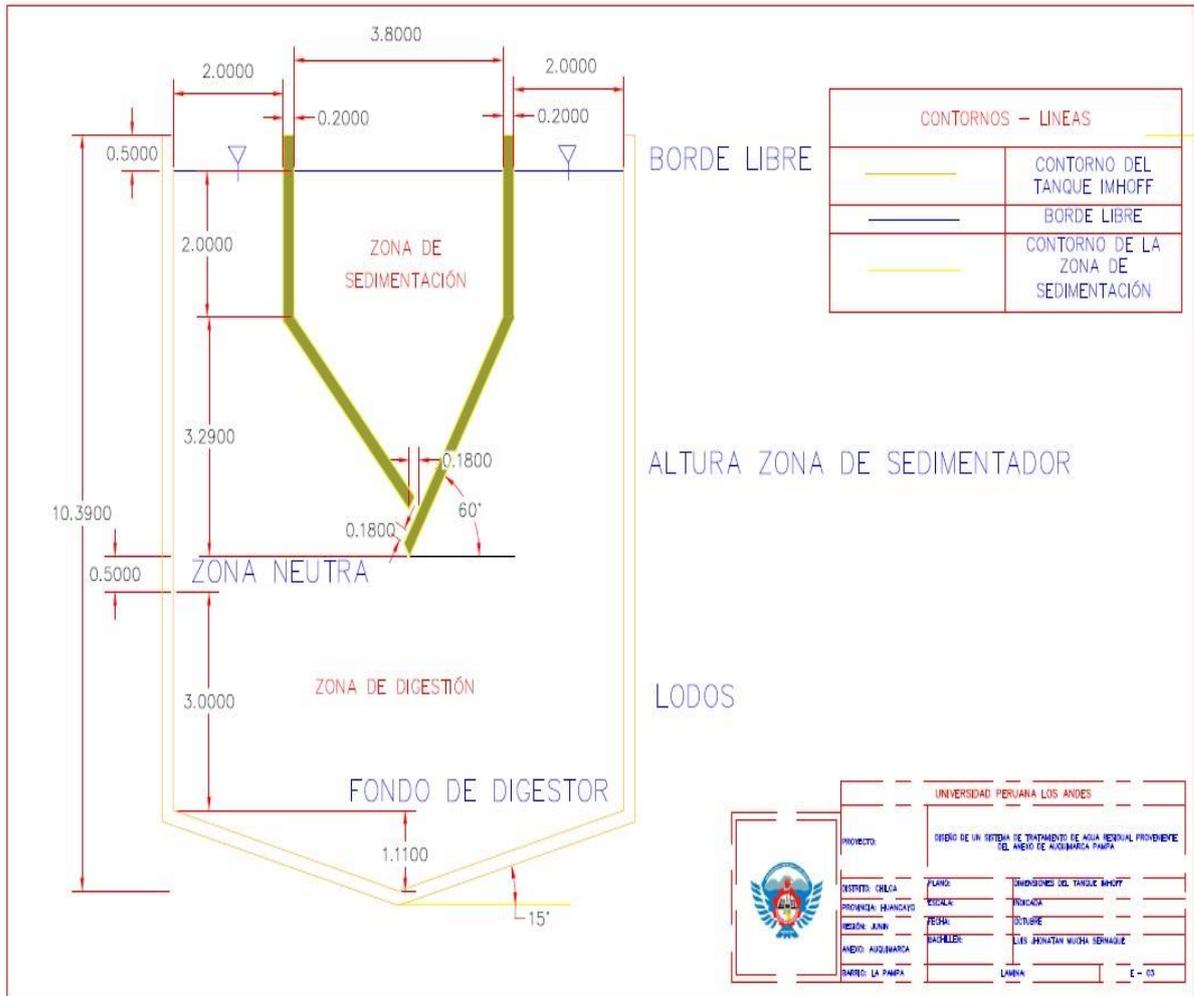




ZONA DE SEDIMENTADOR	
ANCHO DEL SEDIMENTADOR	3.80 m
BORDE LIBRE	0.50 m
PROFUNDIDAD ZONA SEDIMENTADOR	2.00 m
ALTURA ZONA SEDIMENTADOR	3.29 m
ÁNGULO DEL FONDO DE SEDIMENTADOR	60°

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES			
	PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL ANEJO DE AQUECIMIENTO PAPA	
	DEPARTAMENTO:	PLANTA:	UNIDADES ZONA DE SEDIMENTACIÓN - TANQUE
	PROVINCIA:	LOCALIDAD:	PERUANA
	DISTRITO:	FECHA:	ACTUAL
	ANEXO:	PROYECTO:	LÍNEA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
BARRO: LA PAPA	LÁMINA:	E - 01	





## PANEL FOTOGRÁFICO



VISTA DE LA UNIÓN DEL AGUA RESIDUAL CON EL RIO MANTARO, EN EL ANEXO DE AUQUIMARCA (REFERENCIA COSTADO DEL PUENTE COMUNEROS) EN EL BARRIO DE LA PAMPA.



SE OBSERVA QUE EL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL ANEXO DE AUQUIMARCA (REFERENCIA COSTADO DEL PUENTE COMUNEROS), SE UNE CON EL RIO MANTARO Y PREDUCE UNA CONTAMINACIÓN MAYOR AL RIO.



DESEMBOCADURA DEL AGUA RESIDUAL EN EL ANEXO DE AUQUIMARCA DONDE SE OBSERVA LA SALIDA DEL DESAGUE MEDIANTE UN TUBO DE 8 PULGADAS DE PVC.





COMO SE OBSERVA LA DISPOSICIÓN DEL AGUA RESIDUAL EN LA ZONA DE ESTUDIO ESTA AL COSTADO DEL PUEBLO COMUNEROS EN EL ANEXO DE AUQUIMARCA EN EL BARRIO DE LA PAMPA.



SE OBSERVA QUE, EN LA SIGUIENTE VISITA, EN LA ZONA DE ESTUDIO HICIERON MOVIMIENTO DE TIERRA POR EL CONSORCIO MANTARO II. PERO DEJARON EL BUZON DE EXPUESTO





SE OBSERVA QUE EL AGUA RESIDUAL ES DESVIADA POR LOS POBLADORES DE LA ZONA PARA FINES DE RIEGO



ESTA AGUA RESIDUAL QUE FUE DESVIADA EN LA FOTO ANTERIOR, ES DESTINADA PARA EL RIEGO COMO SE EVIDENCIA.



SE OBSERVA LA ZONA DE CULTIVO QUE SON REGADOS CON EL AGUA RESIDUAL EN EL ANEXO DE AUQUIMARCA EN EL BARRIO DE LA PAMPA.





SE OBSERVA LA BASURA QUE ESTA ACUMULADA EN EL CANAL DE REGADIO EN LA ZONA DE ESTUDIO.



LA CONTAMINACIÓN ES UNO DE LOS FACTORES MAS NOTORIOS EN EL ANEXO DE AUQUIMARCA COMO SE EVIDENCIA EN LA IMAGEN PRESENTADA.



ZONAS DE CULTIVO EN EL ANEXO DE AUQUIMARCA EN EL BARRIO DE LA PAMPA.





MATERIALES UTILIZADOS PARA DETERMINAR EL CAUDAL DEL AGUA RESIDUAL, USANDO EL MÉTODO DE VERTEDERO TRIANGULAR, ENTRE ELLAS VERTEDERO, NIVEL, ESTACA, FLEXOMETRO, LAMPA, PICO, YESO, GUANTES, TAPA BOCA, BOTAS DE JEBE, CASCO.



SE OBSERVA LOS MATERIALES PARA EL CALCULO DEL CAUDAL CON EL VERTEDERO TRIANGULAR CON MEDIDAS DE MADERA DE 1M (LARGO) \* 0.60 M (ALTO), CON UNA ABERTURA DE 90°



EN LA COLOCACIÓN DEL VERTEDERO TRIANGULAR SE OBSERVA QUE ESTA BIEN NIVELADO, HACIENDO USO DE L NIVEL TUBULAR Y SEGUIR CON EL TRABAJO EN CAMPO.





SE COLOCA A 1 METRO DE DISTANCIA DEL VERTEDERO TRIANGULAR A LA BASE DE LA ABERTURA DEL TRIÁNGULO QUE ESTA BIEN NIVELADO.



LUEGO DE QUE ESTA CORRECTAMENTE NIVELADO EN VERTEDERO TRIANGULAR, PROCEDIMOS A DESVIAR EL AGUA RESIDUAL Y SE TOMO LAS MEDIDAS CUANDO SUBIO EL AGUA POR LA ABERTURA DEL VERTEDRO Y SE MANTUVO CONSTANTE.



SE TOMARON MEDICIONES FUERON CADA 2 HORAS PARTIENDO DESDE LAS 8 DE LA MAÑANA HASTA LAS 4 DE LA TARDE SE BUSCÓ DETERMINAR LAS 5 ALTURAS A LA LÁMINA DE AGUA (H) EN CADA LAPSO DE TIEMPO. COMO SE OBSERVA EN LA IMAGEN APOYANDONOS CON UN FLEXOMETRO.





SE UTILIZO UN SEGUNDO ÉETODO PARA DETERMINAR EL CAUDAL, EL AFORO SE UTILIZARON UN CILINDRO, CRONOMETRO, GUANTES, MASCARILLA, CASCO, BOTAS, LIBRETA DE APUENTES. TODO EN EL ANEXO DE AUQUIMARCA EN EL BARRIO LA PAMPA.



NOS UBICAMOS EN EL PUNTO PARA DETERMINAR EL CAUDAL, APOYADOS CON EL CILINDRO Y LOS RESPECTIVOS MATERIALES.



COMO SE OBSERVA PROCEDIMOS CON LA OBTENCIÓN DE DATOS EN CAMPO, EN 2 DÍAS DE L A SEMANA, CON 5 TOMAS DE DATOS CADA DÍA PARTIENDO DESDE LAS 8 DE LA MAÑANA HASTA LAS 4 DE LA TARDE. EL CILINDRO TIENE UNA CAPACIDAD DE 55 GALONES





PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ANÁLISIS EN LABORATORIO SE UTILIZO LOS SIGUIENTES MATERIALES, FRASCOS ESTERILIZADOS, MASCARILLA, LIBRE DE APUNTES, GUANTES, CASCO. UBICADOS AL COSTADO DEL PUNTE COMUNEROS EN EL BARRIO DE LA PAMPA EN EL ANEXO DE AUQUIMARCA



EN LAS IMÁGENES SE OBSERVA LOS FRASCOS QUE FUERON ENTREGADOS POR EL INGENIERO ENCARGADO DEL LABORATORIO PARA LOS ANÁLISIS RESPECTIVOS.



SE OBSERVA EL LUGAR DONDE SE TOMA LA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL, EN EL ANEXO DE AUQUIMARCA EN EL BARRIO DE LA PAMPA.





SE TOMO LAS MUESTRAS DEL AGUA RESIDUAL EN LOS FRASCOS PARA LOS ANÁLISIS RESPECTIVOS EN EL LABORATORIO UBICADOS AL COSTADO DEL PUENTE COMUNEROS, EN EL BARRIO DE LA PAMPA, ANEXO DE AUQUIMARCA.



SE LLEVARON LAS MUESTRAS AL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ PARA LOS ANÁLISIS RESPECTIVOS.



PARA LOS COLIFORMES TOTALES HIZO USO DE MÉTODOS CON LOS TUBOS MÚLTIPLES CON LOS MEDIOS DE CULTIVO COMO EL SUSTRATO CROMOGENICO X- GAL.





SE OBSERVA LA ENTREGA DE LOS FRASCOS CON EL AGUA RESIDUAL PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS EN LOS LABORATORIOS UNCP.



PARA LOS ANÁLISIS SE UTILIZARON LO SIGUIENTE PARA LA TEMPERATURA SE UTILIZO EL TERMOMETRO DIGITAL, PARA EL PH Y CONDUCTIVIDAD ELECTRICA SE UTILIZO EL MULTIPARAMETRO EN LOS LABORATORIOS DEL UNCP.





SE UTILIZO EL ESPECTROFOTÓMETRO PARA LEER LA CONCENTRACIÓN DE LA DQO EN LOS LABORATORIOS DEL A UNCP.



SE LLEVO A LA A REFRIGERACIÓN LA MUESTRA PARA EL ANÁLISIS RESPECTIVO

