



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



### **[Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)**

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

**CONSTANCIA**

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

**“DETERMINACION DE LOS INDICADORES DE EVALUACION AMBIENTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DE LA CIUDAD DE PISCO 2013”**

Presentado por:

**Bach. ASTO QUINTANILLA JOEL REYSON**

**Bach. HERNANDEZ GUTIERREZ MARCO ANTONIO**

ROL DEL AUTOR del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 12% por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO,**

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

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

Ica, 13 de Diciembre de 2021

  
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
UNIDAD DE INVESTIGACION  
**Dr. Jaime Martínez Hernández**  
DIRECTOR

**“UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**



**TESIS:**

**“DETERMINACION DE LOS INDICADORES DE  
EVALUACION AMBIENTAL DEL SISTEMA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DOMESTICAS DE LA CIUDAD DE PISCO 2013”**

**PRESENTADOR POR:**

**Bach. ASTO QUINTANILLA JOEL REYSON**

**Bach. HERNANDEZ GUTIERREZ MARCO ANTONIO**

**ICA – PERÚ**

**2020**

**DEDICATORIA**

***JOEL***

**AGRADECIMIENTO**

***JOEL***

**DEDICATORIA**

***MARCO***

**AGRADECIMIENTO**

***MARCO***

# INDICE

	<b>Pag.</b>
INDICE DE CONTENIDOS	4
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INFORME GENERAL	11
INTRODUCCION	12

## CAPITULO I

### FUNDAMENTOS TEORICOS

1.1. Antecedentes de la investigación	14
1.2. Marco Legal	17
1.3. Marco Conceptual	23
1.4. Marco Teórico	25
1.4.1. Composición Típica de las Aguas Residuales	25
1.4.2. Calidades de las Aguas Residuales Urbanas	27
1.4.3. Estrategias de Ecoeficiencias en la Gestión de Aguas Residuales	28
1.4.4. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	29

1.4.4.1 Unidades de Pretratamiento o Tratamiento Preliminar.	29
1.4.4.2. Unidades de Tratamiento Primario	30
1.4.4.3. Unidades de Tratamiento Secundario	33
1.4.5. Indicadores Ambientales	37

## CAPITULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Situación Problemática	38
2.2. Formulación de Problemas	40
2.2.1. Problema general	40
2.2.2. Problemas Secundarios	40
2.3. Justificación e Importancia de la Investigación	41
2.3.1. Justificación	41
2.3.1. Importancia	42
2.4. Objetivos	43
2.4.1. Objetivo general	43
2.4.1. Objetivos específicos	43.
2.5. Hipótesis dela Investigación	44
2.5.1 Hipótesis General	44
2.5.2 Hipótesis Especificas	44
2.6. Operacionalización de Variables	45
2.6.1 Identificación de Variables	45
2.6.2 Operacionalización de Variables	45

## CAPITULO III

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Tipo nivel de la investigación	47
3.1.1. Tipo	47
3.1.2. Nivel de la Investigación	47
3.1.3. Diseño de la Investigación	47
3.2. Población y Muestra	48
3.2.1. Población	48
3.2.2. Muestra	48

## CAPITULO IV

### ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1. Técnicas de recolección de datos	49
4.2. Instrumentos de recolección de información	49
4.3. Tratamiento de Datos e interpretacion de resultados	50

## CAPITULO V

### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA

5.1. Los Indicadores de Evaluación Ambiental la Calidad de Agua de Agua Residual	51
5.1.1. Delimitación Geográfica	51
5.1.2. Características de Sistema de Tratamiento	53
5.1.3. Caudales de Tratamiento	56
5.1.4. Preparación de Muestras de Aguas Residuales	56

5.2.	Los Parámetros Físicos y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas	64
5.2.1.	Determinación Experimental del Color	64
5.2.2.	Determinación Experimental del Color	65
5.2.3.	Determinación Experimental de Turbidez	65
5.2.4.	Determinación Experimental de Conductividad	66
5.2.5.	Determinación Experimental de pH	66
5.3.	Los Parámetros Químicos y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas	67
5.3.1.	Determinación Experimental de Grasas	67
5.3.2.	Determinación Experimental de Carga Bacteriana	67
5.3.3.	Determinación Experimental de DBO	68
5.3.4.	Determinación Experimental de Coliformes Totales	69
5.3.5.	Determinación Experimental de Nitratos	71
5.3.6.	Determinación Experimental de Nitritos	71
5.3.7.	Determinación Experimental de Sulfatos	72
5.3.8.	Determinación Experimental de Cloruros	73
5.3.9.	Determinación Experimental de Solidos Totales Disueltos	73
5.3.10.	Determinación Experimental de Solidos Disueltos	75
5.3.11.	Determinación Experimental de Sólidos Suspendidos	76
5.3.12.	Determinación Experimental de Oxígeno Disuelto	77
5.4.	Los Parámetros Biológicos y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas	78

5.4.1. Determinación Experimental de Carga Bacteriana	78
5.4.2. Determinación Experimental de DBO	79
5.4.3. Determinación Experimental de Coliformes Totales	80

## CAPITULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1. Análisis y Discusión de los Parámetros Físicos y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticos	82
6.2. Análisis y Discusión de los Parámetros Químicos y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticos	83
6.3. Análisis y Discusión de los Parámetros Biológicos y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticos	85
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	90
ANEXOS	95

## RESUMEN

Para el tratamiento apropiado de las aguas residuales domésticas se utilizan diferentes tipos de métodos, entre los cuales está el sistema de lagunas de estabilización; éste constituye un sistema natural que ofrece costos mínimos de operación y mantenimiento, por lo cual es reconocido como el más adecuado para las condiciones económicas de poblaciones de bajos recursos financieros; convirtiéndose en una solución de costo mínimo al problema de salud humana, pues en el área costera de Ica lo más importantes es la remoción eficiente de patógenos y carga orgánica (DBO).

De la evaluación de la PTARD Santa Cruz cuenta con 2 Lagunas entre Primaria, Secundaria que operan actualmente para dar tratamiento a los caudales de aguas servidas generadas por la población de la ciudad de Pisco.

La disposición de las aguas residuales domésticas se ha convertido en la actualidad en un problema serio, generando en el medio ambiente, problemas graves de contaminación y consecuentemente riesgos sanitarios a la salud pública.

**Palabras claves:** *Parámetros Físicos, Químicos y Biológicos, Tratamiento de Aguas Residuales, laguna de oxidación.*

## **ABSTRACT**

or the appropriate treatment of domestic wastewater different types of methods are used, among which is the system of stabilization lagoons; This constitutes a natural system that offers minimum operating and maintenance costs, which is why it is recognized as the most suitable for the economic conditions of low-income populations; becoming a solution of minimum cost to the problem of human health, because in the coastal area of Ica the most important thing is the efficient removal of pathogens and organic load (BOD).

From the evaluation of the PTARD Santa Cruz has 2 Lagoons between Primary, Secondary that currently operate to treat the wastewater flows generated by the population of the city of Pisco.

The disposal of domestic wastewater has now become a serious problem, generating serious pollution problems and consequently sanitary risks to public health.

**Keywords:** *Physical Parameters, Chemical and Biological Parameters, Wastewater Treatment, oxidation lagoon.*

## INFORMACION GENERAL

**Título:** “EVALUACION Y ANÁLISIS DE PARAMETROS FISICOS, QUIMICOS Y BIOLÓGICOS DE AGUAS RESIDUALES EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL DISTRITO DE SUBSTANJALLA – ICA, 2017”

**a. PERSONAL INVESTIGADOR:**

ASTO QUINTANILLA JOEL REYSON

HERNANDEZ GUTIERREZ MARCO ANTONIO

**b. ASESOR:**

**c. LINEA DE INVESTIGACION:**

**CIENCIAS NATURALES, INGENIERIA Y TECNOLOGIAS SOSTENIBLES**

**d. ESPECIALIDAD A LA QUE PERTENECE LA INVESTIGACIÓN**

Procesos Físicoquímicos, Biológicos y Sanitarios; Diseño de Redes de Alcantarillado y Desagüe Pluvial; Análisis y Tratamiento de Aguas / Especialidad Ingeniería Ambiental y Sanitaria

**e. ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

- ✓ **REGION:** ICA
- ✓ **PROVINCIA:** ICA
- ✓ **DISTRITO:** ICA

## INTRODUCCION

Los contaminantes típicos presentes en aguas residuales de origen doméstico y su necesidad de remoción. Se presenta la normativa ambiental vigente con respecto a la descarga de efluentes líquidos y normas de disposición de lodos al medioambiente. El desarrollo de las civilizaciones ha estado marcado por un factor: la presencia o ausencia del agua. Si está presente y en abundancia, el agua representa la posibilidad de mejoramiento agrícola, social, industrial, sanitario y de la calidad de vida. Si el recurso hídrico está ausente o escasea, es motivo de pobreza, guerras, enfermedades y estancamiento económico (Sommer, 2000).

El tratamiento de aguas es un conjunto de operaciones que pueden ser de tipo físico, Químico o biológico cuyo fin es la eliminación o reducción en un porcentaje considerable de la contaminación de las aguas, ya sean estas de origen natural, residuales urbanas, domesticaso procedentes de industrias (López, 2015). Se denomina planta de tratamiento de agua residual (PTAR) al conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para verterla al cauce de un río (DISEPROSA, 2015). Además, es una instalación donde a las Aguas Residuales se les retiran o reduce los contaminantes, para hacer de esta un agua sin riesgos para la salud o el medio ambiente al verterla en un cuerpo receptor natural para su reutilización en otras actividades con excepción del consumo humano.

Para el agua urbana, los tratamientos incluye: pre-tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario (Muñoz Cruz, 2008). Este fenómeno ha sido motivo de diversos estudios y acciones conjuntas a nivel global en los diversos casos en los que se monitorea y se desarrollan estrategias globales y nacionales para condicionar y mitigar sus efectos negativos (Comisión Nacional de CC presidida por el MINAM), que tienen como objetivo, el cumplimiento de las obligaciones del país en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas en esta materia. (CEPLAN, 2011)

# CAPITULO I

## FUNDAMENTOS TEORICOS

### 1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### **Internacional**

Las Naciones Unidas predicen que, para el año 2010, se tendrá una crisis a nivel mundial del recurso agua, lo cual podrá ocasionar conflictos y guerras. Para el año 2025, un cuarto de los 3 billones de habitantes, sufrirá escasez de agua. A esto se le suma que sólo una pequeña cantidad del agua dulce del planeta (aproximadamente el 0,008%) está actualmente disponible para el consumo humano. Un 70% de la misma se destina a la agricultura, un 23% a la industria y sólo un 8% al consumo doméstico.

En los países en vías de desarrollo, el **95% de las aguas residuales se descargan sin ser tratadas en ríos cercanos**, que, a su vez, suelen ser una fuente de agua potable. En la región Ica no es la excepción, ya que cuenta aproximadamente con una cobertura del 25 % en el tratamiento de sus aguas residuales. Uno de los sistemas de tratamiento más importante, pero utilizado en la región son las “lagunas de estabilización”, también

llamadas “lagunas de oxidación”. Se ha reconocido por medio de estudios que éste es el único proceso que puede producir efluentes de una calidad que puede utilizarse para riego en la agricultura, acuicultura, etc. ya que la remoción de materia orgánica y bacteriológica es significativa en comparación de otros procesos de tratamiento [Chibinda, Arada, and Pérez, \(2017\)](#), es su investigación resaltan que se caracterizan y evalúan las aguas de dos pozos ubicados en "La Calera", Reparto Veguita de Galo de la Provincia de Santiago de Cuba, para tal efecto se situaron 2 estaciones de muestreo (Pozos I y II), para luego realizar doce muestreos, analizando en las aguas colectadas 26 parámetros físico-químicos, además de bacterias coliformes totales y fecales, los resultados reflejaron que estas aguas no son aptas para ser utilizada como agua potable ni para abasto.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Trichardt (TWWT) es una planta de tratamiento en el municipio Govan Mbeki en Mpumalanga, Sudáfrica. La planta recibe aguas residuales tanto domésticas como industriales (talleres de ingeniería, hospitales y tintorerías). El objetivo principal de la planta de tratamiento es disminuir / eliminar los contaminantes que pueden causar daño al medio ambiente y la salud, tales como sólidos en suspensión, materia orgánica, nutrientes, productos químicos y microorganismos, [\(Parker et al., 2014\)](#).

## **Nacional**

Guillermo Ramírez, (2011) concluye en su investigación que se realizó como parte del sistema primario de tratamiento de aguas residuales en la

provincia de Huancayo, cuyo objetivo fue evaluar la calidad de las aguas residuales del tratamiento primario en cuencas de oxidación. Los parámetros analizados en las aguas residuales de la planta de tratamiento son: DBO5 13.70 mg/l, E. Coli 386.67 con concentraciones muy altas, por encima del ECA para agua (Categoría 3: Riego de vegetales y animales bebidas), Coliformes Totales 886.67 NMP / 100 ml, que se encuentra dentro de las ECA pero excede los límites máximos permitidos para descargas en instalaciones receptoras (Río Mantaro). Según el nuevo diseño, basado en mejoras al sistema actual, se debe implementar un pretratamiento como cámara de cribado, sifón y cribas para reutilizar el agua en el riego de cultivos agrícolas.

## **1.2. MARCO LEGAL**

### **La Constitución Política de 1993.**

[Constitución Política del Perú; \(1993\)](#), en el artículo 66, Capítulo II indica, que los recursos naturales renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación y que el Estado es soberano de su aprovechamiento, Asimismo establece, que por Ley Orgánica se fijan las condiciones de su utilización y su otorgamiento a particulares, la concesión se otorga a su titular un derecho legal, sujeto a dicha norma legal.

[Constitución Política del Perú; \(1993\)](#), en el artículo 67, del mismo capítulo establece que el Estado determina la política Nacional del Medio Ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

[Constitución Política del Perú; \(1993\)](#), en el artículo 68, del mismo capítulo, establece que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

### **Ley General de Aguas (D.S. N° 17752), D.S. 261-69-AP**

[Ley General de Aguas N°17752, \(1969\)](#), promulgada a través del Decreto Supremo N° 17752 del 29 de Julio de 1969 y los Reglamentos de los títulos de dicha ley: ([Decreto Supremo N°261.69-AP, 1969](#)), en el capítulo IV: De la clasificación de los cursos de agua y de las zonas costeras del país; Artículo 81°: para los efectos de la aplicación del presente Reglamento, la Calidad de los recursos de agua en general ya sea terrestre o marítima del país se clasifican respecto a sus usos de la siguiente manera:

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple cloración, ([Decreto Supremo N°261.69-AP, 1969](#)).
- II. Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento y procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración, cloración, aprobados por el Ministerio de Salud, ([Decreto Supremo N°261.69-AP, 1969](#)).
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales, ([Decreto Supremo N°261.69-AP, 1969](#)).
- IV. Aguas de zonas recreativas de contacto primario, ([Decreto Supremo N°261.69-AP, 1969](#)).
- V. Aguas en zonas de pesca (marisco, bivalvos), ([Decreto Supremo N°261.69-AP, 1969](#)).

VI. Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial, ([Decreto Supremo N°261.69-AP, 1969](#)).

[Decreto Supremo N°261.69-AP, \(1969\)](#), en el mismo capítulo IV, Artículo 82°: Para los efectos de Protección de las aguas correspondientes a los diferentes usos, regirán los siguientes valores límites, Ver tabla 1, tabla 2 y tabla 3:

**Tabla 1.**  
**Límites Bacteriológicos (Valores en N.M.P./100mil)**

	I	II	III	IV	V	VI
Coliformes Totales	8.8	20,000	5,000	5,000	1,000	20,000
Coliformes Fecales	0	4,000	1,000	1,000	200	4,000

*Fuente: (Decreto Supremo N°261.69-AP, 1969)*

**Tabla 2.**  
**Límites de Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.) 5 días, 20°C y de Oxígeno Disuelto (O.D.) Valores en mg/l**

Parámetro	I	II	III	IV	V	VI
D.B.O.	5	5	15	10	10	10
O.D.	3	3	3	3	5	4

*Fuente: (Decreto Supremo N°261.69-AP, 1969)*

**Tabla 3.****Limites de Sustancias Potencialmente Peligrosas Valores en mg/m<sup>3</sup>**

<b>Parámetro</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
Selenio	10	10	50	5	10
Mercurio	2	2	10	0.1	0.2
PCB	1	1	1+	2	2
Esteres Eslatados	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cadmio	10	10	50	0.2	4
Cromo	50	50	1000	50	50
Niquel	2	2	1+	2	
Cobre	1000	1000	500	10	
Plomo	50	50	100	10	30
Zinc	5000	5000	25000	20	
Cianuros (CN)	200	200	1+	5	5
Fenoles	0.5	1	1+	1+	100
Sulfuros	1	2	1+	2	2
Arsénico	100	100	200	10	50
Nitratos	10	10	100	N.A.	N.A.

*Fuente: (Decreto Supremo N°261.69-AP, 1969)*

En el código de medio ambiente se establece que el sector salud se constituya como autoridad ambiental, razón por la cual DIGESA viene cumpliendo la labor de vigilancia y control de los sistemas de agua a fin de que se contribuya a una mejor salubridad de la población.

**Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, Decreto Legislativo N° 613**

[Decreto Legislativo N°613, \(1990\)](#), en el Código del Medio Ambiente y de Recursos Naturales, en su Capítulo IV de las medidas de seguridad, el código citado en su Artículo 14, determina que es prohibida la descarga de sustancias contaminantes que provoquen la degradación de los ecosistemas o alteren la calidad del ambiente, sin adoptarse las condiciones para la depuración, determinando aún que la autoridad competente se encargará de aplicar las medidas de control y muestreo para velar por el cumplimiento de esta disposición.

[Decreto Legislativo N°613, \(1990\)](#), en el mismo Capítulo IV en su artículo 15, del código citado, señala que queda prohibido verter residuos sólidos, efluentes líquidos ó gaseosos u otras formas de materia o de energía que alteren las aguas en proporción capaz de hacer peligrosa su utilización, la autoridad competente debe efectuar muestreos periódicos de las aguas para velar por el cumplimiento de esta norma.

### **Código Sanitario – Establecido por el Decreto Ley N° 17505.**

[Decreto Ley N°17505, \(1978\)](#), en el Código Sanitario fue establecido por el Decreto Ley N° 17505, en este código se encuentra una sección Cuarta: Saneamiento Ambiental, que en su artículo 144: señala que “las aguas negras y las basuras constituyen recursos susceptibles de aprovechamiento, mediante adecuados procedimientos técnicos sanitarios”.

[Decreto Ley N°17505, \(1978\)](#), en su artículo 146, del Código Sanitario determina que “las industrias, lasv entidades nacionales o extranjeras y

todas las personas deben acatar bajo responsabilidad las normas de salud pública para preservar los cursos de aguas”.

### **Ley General del Ambiente - Ley N° 28611**

[Ley General del Ambiente N°28611, \(2005\)](#), en su artículo 32 numeral 32.1 define al Límite Máximo Permissible–LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente, su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente, su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental, los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio.

### **Decreto N° 003 – 2010 – MINAM**

[Decreto Supremo N°003-MINAM \(Ministerio del Ambiente\), \(2010\)](#), Decreta en su artículo 1º Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

**Tabla 4.**

**Límites Máximos Permisibles Para PTAR (LMP), DS-003-2010-MINAM**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>LMP</b>
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	unidad	6,5 - 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

*Fuente: (Decreto Supremo N°003-MINAM (Ministerio del Ambiente), 2010)*

### **La Ley N° 23853**

[Ley Orgánica de Municipalidades N°23843, \(1984\)](#), fija las reglas de la organización, autonomía, competencia, funciones y recursos de los gobiernos locales, de acuerdo con esta ley, se espera que los municipios planeen, ejecuten y promuevan por medio de los organismos competentes una serie de medidas ideadas para proporcionar a los ciudadanos un ambiente adecuado para satisfacer las necesidades vitales tales como vivienda, salud, educación, recreación, transporte y comunicaciones.

## **1.3. MARCO CONCEPTUAL**

**1.3.1. Contaminación del agua:** Contaminación del agua es cualquier alteración perjudicial en las características físicas, químicas y/o bacteriológicas del agua, ([Ley General de Aguas N°17752, 1969](#)),

modificatoria por la, ([Ley de Recursos Hídricos N°29338, 2009](#)), sobre la contaminación del agua se refiere al deterioro específico de la calidad del agua, cuando se altera su composición o condición, resulta menos apta para las funciones y propósitos para los que sería apropiada en su estado natural.

- 1.3.2. Potencial de Hidrogeno (pH):** [Romero Rojas, \(2000\)](#), indica que es la medida de la concentración de ion hidrogeno en el agua, expresado como el logaritmo negativo de la concentración molar ion hidrogeno, las aguas residuales en concentración adversas del hidrogeno son difíciles de tratar biológicamente, alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son fatales para los microorganismos), aguas con pH menor de 6, en tratamiento biológico, favorecen el crecimiento de los hongos sobre las bacterias.
- 1.3.3. Demanda Quimica de Oxigeno (DQO):** [Metcalf and Eddy, \(2016\)](#), dicen que la determinación de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales, en el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse.
- 1.3.4. Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO<sub>5</sub>):** [Kiely, G & Veza, \(2003\)](#), dice que el DBO<sub>5</sub> es la cantidad de oxígeno disuelto consumido en una muestra de agua por los microorganismos

cuando se descompone la materia orgánica a 20°C en el periodo de 5 días, los valores del DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales industriales (las industrias de alimentación) pueden alcanzar algunos miles.

- 1.3.5. Coliformes Termotolerantes (fecales):** [Campos, \(2009\)](#), afirma que el grupo de coliformes fecales, está constituido por bacterias Gram-negativas capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a las 48 h..

## **1.4. MARCO TEÓRICO**

### **1.4.1. Composición Típica de las Aguas Residuales**

[Suematsu, \(1995\)](#), respecto a la composición típica de las aguas residuales, es importante tener presente en general, que para las aguas residuales sólo un 0,1% (en peso) corresponde a fracción sólida, y aproximadamente el 70% de ella corresponde a sólidos orgánicos, en la Figura 1 se muestra la composición típica de las aguas residuales.

Tal como se puede apreciar en la Figura 2, los sólidos totales se pueden dividir en sólidos en suspensión (no filtrables) y sólidos filtrables, cada una de éstas categorías puede ser clasificada en función de su volatilidad a 550° + 50°C, a esta temperatura la fracción orgánica se oxida formando gas, quedando la fracción inorgánica en forma de cenizas, ([Metcalf and Eddy, 2016](#)), debido

a lo anterior se habla de sólidos “volátiles” y “fijos”, los sólidos volátiles corresponden a la fracción orgánica de la muestra y los sólidos fijos corresponden a inorgánicos o minerales, para este tipo de residuos.

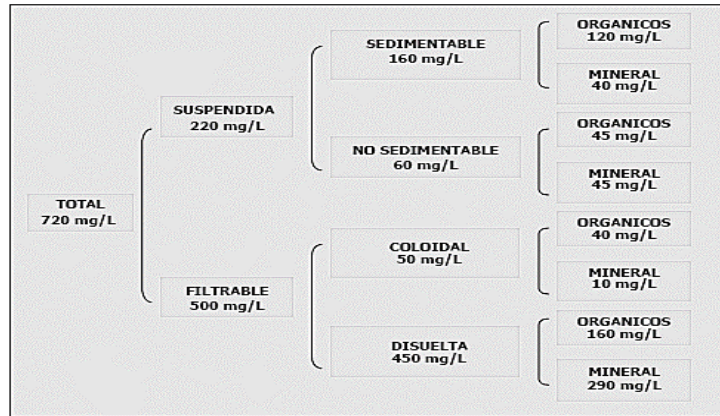


*Fuente: (Suematsu, 1995)*

**Figura 1. Composición típica de las aguas residuales**

Por otra parte, los agentes causantes de la contaminación existente en el curso receptor pueden ser de naturaleza orgánica biodegradable, orgánica no biodegradable (bioresistentes o recalcitrantes) e inorgánica.

La biodegradación o descomposición orgánica no es más que el resultado de los procesos de digestión, asimilación y metabolización en el compuesto orgánico por microorganismos saprófitos, tales como bacterias, hongos, protozoos y otros



Fuente: (Metcalf and Eddy, 2016)

**Figura 2. Distribución de los sólidos contenidos en el agua residual Urbana típica**

La biodegradabilidad de un agua residual puede ser medida a través de dos métodos, según se quiera medir la biodegradabilidad anaerobia (fracción de materia orgánica o demanda química de oxígeno, DQO, capaz de ser degradada por mecanismos anaerobios) o biodegradabilidad aerobia, que es el método que comúnmente se realiza mediante la determinación de la demanda biológica de oxígeno (DBO).

#### 1.4.2. Calidades de las Aguas Residuales Urbanas

Eaton et al., (2005), los principales contaminantes que aparecen en las aguas residuales urbanas son, **Objetos gruesos:** trozos de madera, trapos, plásticos, etc., que son arrojados a la red de alcantarillado; **Arenas:** bajo esta denominación se engloban las arenas propiamente dichas, gravas y partículas más o menos grandes de origen mineral u orgánico; **Grasas y aceites:** sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en su

superficie dando lugar a natas. Su procedencia puede ser tanto doméstica como industrial.

**Sólidos en suspensión:** partículas de pequeño tamaño y de naturaleza y procedencia muy variadas. Aproximadamente el 60% de los sólidos en suspensión son sedimentables y un 75% son de naturaleza orgánica, (Eaton et al., 2005), **Sustancias con requerimientos de oxígeno:** compuestos orgánicos e inorgánicos que se oxidan fácilmente, lo que provoca un consumo del oxígeno presente en el medio al que se vierten; **Nutrientes (nitrógeno y fósforo):** su presencia en las aguas es debida principalmente a detergentes y fertilizantes.

#### 1.4.3. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Amador, (2007), indica que es una infraestructura de saneamiento ambiental, consistente en una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por filtración biológica, compuesta por diversos componentes relacionados o conectados entre sí para funcionar en conjunto como un sistema. Aquí deben llegar las aguas residuales domésticas en el alcantarillado sanitario desde las viviendas (de la preparación de alimentos, de la higiene personal, del lavado de ropas y de los sanitarios), no debe recibir aguas residuales industriales o comerciales, ni tampoco el agua de lluvia

que es evacuado desde las viviendas a la red de alcantarillado, (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2014).

#### **1.4.3.1. Unidades de Pretratamiento o Tratamiento Preliminar**

Permiten el acondicionamiento del agua, previo al tratamiento, no son como unidades de tratamiento, porque las operaciones que realizan reducen escasamente la materia orgánica soluble retirando básicamente el material fácilmente removible.

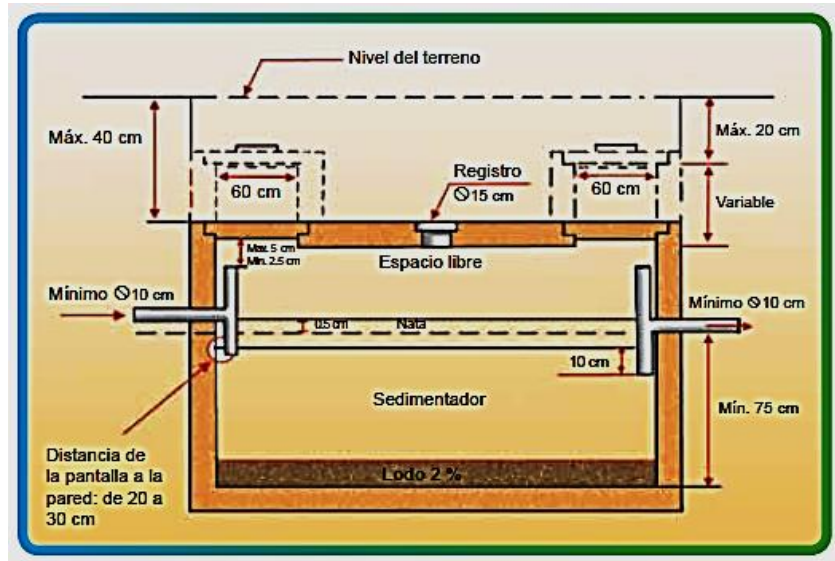
#### **1.4.3.2. Unidades de Tratamiento Primario**

Corresponde aquella unidad previamente empleada antes de un sistema de tratamiento biológico, para reducir la carga, remueven los sólidos suspendidos, rápidamente sedimentables, sin alcanzar a remover sustancialmente el material coloidal ni las sustancias disueltas existentes en el agua residual, se utiliza el Tanque de Sedimentación Primaria o Sedimentador Primario

##### ***Tanques sépticos con zanjas de infiltración***

*Es una unidad de tratamiento primario seguido de un sistema de infiltración, el volumen total del tanque dependerá del volumen diario de retención de líquidos, lodos y natas, es de forma rectangular y esta dividida en compartimientos para la retención de espumas y objetos flotantes, la sedimentación de*

sólidos y la digestión progresiva de la materia orgánica sedimentada.



Fuente: OPS/CEPIS/05.164 UNATSABAR

**Figura 3: Dimensiones usuales para el diseño de un Tanque Séptico**

#### *Tanques Imhoff*

*Es una unidad de tratamiento primario que logra una mejor eficiencia que el tanque séptico en la remoción de materia orgánica.*



**Figura 4: Tanque Imhoff vista superior**

### 1.4.3.3. Unidades de Tratamiento Secundario

#### ***Filtro percolador***

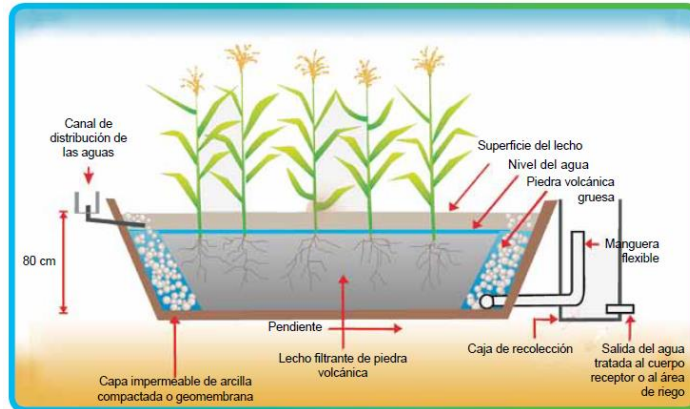
Son unidades de tratamiento secundario del tipo biológico, el agua residual pasa a través del medio filtrante donde las bacterias y otros m.o., se desarrollan adhiriéndose al empaque formando una película biológica que genere la degradación biológica de la materia orgánica.



**Figura 5: Vista panorámica de una batería de filtros percoladores.**

#### ***Humedales artificiales***

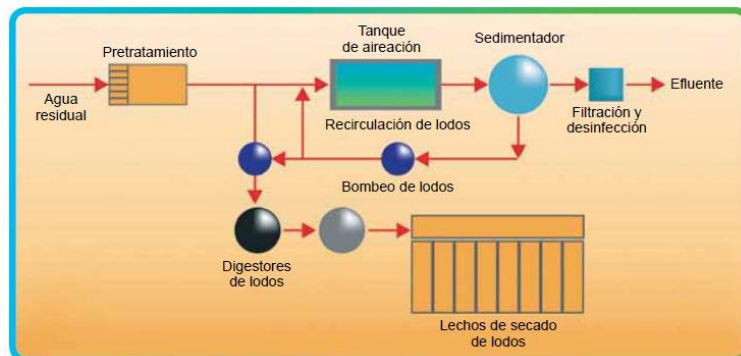
*Son filtros biológicos (biofiltros) de grava o piedra volcánica, sembrados con plantas de pantano, a través de los cuales circulan las aguas residuales pretratadas, mediante un flujo horizontal o vertical (figura 5). las bacterias degradan la materia orgánica.*



**Figura 6: Estructura de un humedal artificial horizontal**

***Lodos activados de aireación extendida.***

*Es una tecnología que convierte gran porcentaje de la materia orgánica del efuente, en partículas sólidas, aglutinadas ( figura 6).*

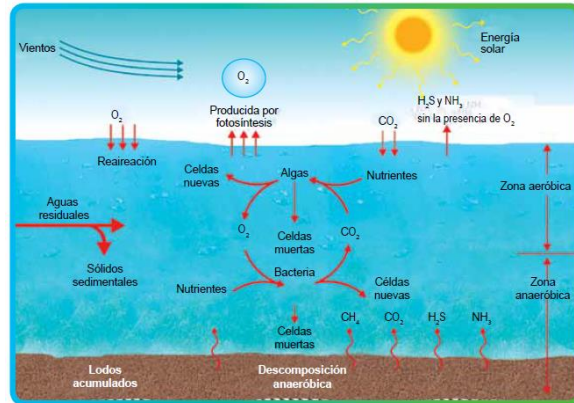


**Figura 7: Flujograma de una planta de tratamiento con proceso de lodos activados de aireación extendida.**

***Lagunas de estabilización***

*Son estanques diseñados para el tratamiento de las aguas residuales, mediante procesos biológicos naturales de interacción de la biomasa (algas y bacterias aeróbicas) y la materia orgánica contenida en esa agua (ver figura 7, se clasifican en (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2009, p.41):*

- *Lagunas anaerobias*
- *Lagunas facultativas*



**Figura 8: Interacción de bacterias y algas en las zonas aeróbicas y anaeróbicas, en una laguna facultativa de estabilización**

### ***Lagunas aireadas***

*Las lagunas aireadas son unidades de tratamiento cuya aplicación debe priorizarse en la fase de tratamiento secundario..*



**Figura 9: Sistema de lagunas aireadas que emplean aireadores mecánicos**

### **1.4.4. Indicadores Ambientales**

**ECAS**

Los estándares de Calidad del agua como cuerpo receptor son los valores máximos que deben tener los recursos hídricos en los escenarios ambientales y son regulados por el D.S. N° 008-2010-MINAM, para las distintas categorías que se muestran en anexos de la presente tesis.

### **LMPS.**

Los límites Máximos Permisibles se aplican a los vertimientos de agua residual industrial y domestico; que se regulan por la norma vigente que es D.S. N° 003-2010-MINAM, que se muestra e el cuadro adjunto:

**Tabla 5.**  
**Limites Maximos Permisibles Para los Efluentes Domesticos de PTARD**

Parámetro	pH	DQO	T° C	DBO	TDS	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLIFORMES FECALES NMP/100 ml	A&G
D.S.N° 003-2010- MINAM LMP AGUAS RESIDUALES	6.5-8.5	200	<35	100	150	10,000	...	20

## CAPITULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En la actualidad la laguna de oxidación en la ciudad de Pisco, la contaminación es generada principalmente por las aguas residuales que no reciben tratamiento adecuado, no tienen sistemas de tratamiento eficientes para el manejo de las aguas residuales que requieren inversiones sustanciales de capital que las comunidades no están en capacidad de pagar, generando riesgo de cambios patógenos como con los síntomas psicósomáticos asociados con la residencia a largo plazo en lugares con altos niveles de concentración de VOC e incluyen irritación, dolor de cabeza, ansiedad, náuseas, irritación de ojos y garganta, falta de aliento, secreción nasal, trastornos del sueño, insomnio, falta de apetito y comportamiento irracional, (Escalas et al., 2003). Un problema cada vez mayor de olores se evidencia por un número creciente de quejas de los residentes de áreas adyacentes a las PTAR, teniendo en cuenta el progreso económico dinámico contemporáneo, parece necesario realizar una

investigación para controlar la presencia de compuestos orgánicos volátiles, ([Byliński et al., 2019](#); [Gebicki, Namieśnik, and Byliński, 2015](#)).

El tratamiento de las aguas residuales es una cuestión prioritaria a nivel mundial, ya que es importante disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente, lo que permitirá una mejora en el ambiente, la salud y la calidad de vida, entre esta biotecnología a manera de tratamiento se encuentran los Microorganismos, que cuentan con las ventajas de ser sistemas de bajo costo de instalación y mantenimiento, comparado con sistemas físicos, químicos y biológicos convencionales, ([Romero et al., 2009](#)).

Su disponibilidad es paulatinamente menor debido a su contaminación por diversos medios, incluyendo a los mantos acuíferos, lo cual representa desequilibrio ambiental, económico y social, ([Esponda, 2001](#)).

En el Perú, como en otros países con economías emergentes, alrededor del 80% de las aguas residuales generadas en las diferentes actividades humanas se descarga a los cuerpos receptores sin ningún tratamiento, ([OMS, 2006](#)), con los consecuentes resultados de deterioro ambiental y problemas de salud pública.

Normalmente, los daños ambientales ocasionados por la eliminación de aguas residuales pueden incluir la contaminación de la calidad en el suelo, de las aguas subterráneas y superficiales, y en el aire, resultan impactos adversos de la ubicación incorrecta, diseño inadecuado o mala operación, por ejemplo, las aguas residuales vertidas al suelo sin ningún tipo de

tratamiento previo, contienen partículas finas y micro organismos, así sólidos disueltos que pueden ser filtrados por la matriz del suelo. El agua superficial se contamina al recibir el agua subterránea contaminada, o por el flujo superficial directo. De allí la necesidad de realizar estudios para: determinar los parámetros físicos químicos en el agua contaminada de la planta de tratamiento en la Provincia de Pisco.

## **2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.2.1. Problema Principal**

¿En que medida el procedimiento para determinar los indicadores de evaluación ambiental mejoran eficientemente en el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas de la ciudad de Pisco, 2013?

### **2.2.2. Problema Secundario**

P1: ¿En que medida los procedimientos para determinar los indicadores de evaluación ambiental permite una mejor calidad de agua residual domestico en la ciudad de Pisco?

P2: ¿De que manera los parámetros fisicos influyen eficientemente en la toma de muestra en el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas en la ciudad de Pisco?

P3: ¿De que manera los parámetros químicos influyen eficientemente en la toma de muestra en el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas en la ciudad de Pisco?

P4: ¿De que manera los parámetros biológicos influyen eficientemente en la toma de muestra en el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas en la ciudad de Pisco?

## **2.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **2.3.1. Justificación**

Las aguas residuales básicamente incluyen el agua suministrada por las comunidades después de ser utilizadas de diversas maneras ( ducharse, bañarse, lavar platos y ropa y usar el inodoro) que consideren o hagan que sea incongruente para su uso antes del tratamiento, (Tchobanoglous, Burton, and Stensel, 2003; (Metcalf and Eddy, 2016). Tiene varios niveles de contaminantes dependiendo del tipo de aguas residuales (aguas negras, desechos orgánicos, aguas grises y aguas pluviales). Las aguas residuales en forma de aguas residuales (aguas negras) tienen un olor desagradable, habitualmente debido al sulfuro de hidrógeno, (Riffat, 2013). Las aguas residuales contienen microorganismos (bacterias patógenas, virus y gusanos que viven en el intestino humano) y nutrientes (fósforo, nitrógeno, amonio, etc.) que son estímulos de

crecimiento para la flora acuática, por estas razones, existe la necesidad de tratamiento para salvaguardar el medio ambiente y la salud pública. Desde 1900 hasta principios de 1970, la principal preocupación fue: (i) la eliminación de sólidos suspendidos y material flotante, (ii) la eliminación de organismos patógenos y (iii) el tratamiento de los compuestos orgánicos biodegradables, (Tchobanoglous et al., 2003). Desde 1980, el enfoque también se dirigió a la eliminación de componentes que pueden ser perjudiciales para la salud pública y el medio ambiente, (Tchobanoglous, Burton, and Stensel, 2003; Riffat, 2013).

### **2.3.2. Importancia**

La importancia e interés de la determinación de los indicadores de evaluación ambiental en la PTARD Pisco, es la Alta incidencia de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en la zona de estudio, según los reportes estadísticos de la Dirección Regional de Salud de Ica y los resultados de la encuesta en el área del estudio, se reportaron numerosos casos de enfermedades por el consumo de agua de mala calidad y disposición inadecuada de residuos líquidos y orgánicos. En tal sentido la cobertura del servicio de agua potable es nula ya que existen 100% de viviendas que no cuentan con el servicio, y se vienen abasteciendo con el acarreo del agua de medios alternos como acequias, pozos de agricultores, piletas de uso público de localidades aledañas. De igual forma, no cuentan con servicios de alcantarillado, y sus excretas y aguas

servidas los evacuan en los ríos, acequias, chacras y algunos en letrinas, generando contaminación ambiental.

El interés y la razón de esta comunidad es conocer dicha situación, que traerá consigo tomar medidas correctivas futuras para brindar mejores condiciones de vida para la población y disminuir sustancialmente la morbilidad de origen hídrico.

## **2.4. OBJETIVO**

### **2.4.1. Objetivo Principal**

Implementar los procedimientos para determinar los indicadores de evaluación ambiental que mejoran eficientemente en el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas de la ciudad de Pisco, 2013.

### **2.4.2. Objetivos Específicos**

O1: Explicar que los procedimientos para determinar los indicadores de evaluación ambiental permite una mejor calidad de agua residual doméstico en la ciudad de Pisco.

O2: Determinar que los parámetros físicos influyen eficientemente en la toma de muestra en el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en la ciudad de Pisco

O3: Verificar que los parámetros químicos influyen eficientemente en la toma de muestra en el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en la ciudad de Pisco

O4: Verificar que los parámetros biológicos influyen eficientemente en la toma de muestra en el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas en la ciudad de Pisco.

## **2.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION**

### **2.5.1. Hipótesis Principal**

Los procedimientos para determinar los indicadores de evaluación ambiental mejoran eficientemente en el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas de la ciudad de Pisco, 2013.

### **2.5.2. Hipótesis Especificos**

H1. Los procedimientos para determinar los indicadores de evaluación ambiental permite una mejor calidad de agua residual domestico en la ciudad de Pisco.

H2: Los parámetros físicos influyen eficientemente en la toma de muestra en el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas en la ciudad de Pisco

H3. Los parámetros químicos influyen eficientemente en la toma de muestra en el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas en la ciudad de Pisco.

H4. Los parámetros biológicos influyen eficientemente en la toma de muestra en el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas en la ciudad de Pisco.

## 2.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACION

### 2.6.1. Identificación de Variables

#### 2.6.1.1. Variables Independientes:

Determinar los indicadores de evaluación ambiental.

#### 2.6.1.2. Variable Dependiente:

Sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas.

### 2.6.2. Operacionalización de Variables

Variables	Dimenciones
VI: Determinar los indicadores de evaluación ambiental	<b>D<sub>1,1</sub>:</b> Parámetros físicos ( <i>turbidez (U:N:T.), Color (U.C.) pt/Co, Conductividad (uS/Cm), Temperatura (°C).</i> )
	<b>D<sub>1,2</sub>:</b> Parámetros Químicos ( <i>DBO<sub>5</sub> (mg/l), SST (mg/l), Dureza (ppm), Sodio (ppm), Oxígeno Disuelto (mg/l), sulfatos (ppm), Fierro total (ppm)</i> )
	<b>D<sub>1,3</sub>:</b> Parámetros Biológicos ( <i>Bacterias Coliformes Totales (NMP/100ml), Coliformes Termoestables (NMP/100ml)</i> )
V2: Sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas	<b>D<sub>2,1</sub>:</b> Calidad de agua residual domestico

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. TIPO, NIVEL y DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

##### **3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Aplicada, se usarán conocimientos previos, investigaciones basadas, en teorías, normas y leyes del estado peruano.

##### **3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Se empleara el procedimiento descriptiva - transversal.

##### **3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La investigacion es aplicada es de tipo no experimental descriptiva, los estudios no experimentales, “se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos” (Hernández, Fernández, and Baptista 2016, p.149).

#### **3.2. POBLACION Y MUESTRA**

La población aguas residuales en la laguna de oxidación de la Provincia de Pisco:

**Parámetros que se evaluaron:**

- **Parámetros físicos:** *Turbidez (U.N.T.), Color (U.C.) pt/Co, Conductividad (uS/Cm), Temperatura (°C).*
- **Parámetros químicos:** *DBO<sub>5</sub> (mg/l), SST (mg/l), Dureza (ppm), Sodio (ppm), Oxígeno Disuelto (mg/l), sulfatos (ppm), Fierro total (ppm).*
- **Parámetros biológicos:** *(NMP/100ml), Coliformes Termoestables (NMP/100ml)*

# **CAPITULO IV**

## **TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**

### **4.1. TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS**

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizara información muy diversa, tanto de trabajos realizados por entidades privadas como de alguna consultora (para la evaluación de Alternativas los cuales se mencionaran en la parte Bibliografía, siendo este tipo de información de carácter Documental).

### **4.2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

***Tecnica de Laboratorio:*** Se caracterizara las aguas residuales de la planta de tratamiento en la Provincia de Pisco- Ica, para lo cual se tomarán muestras en las fechas indicadas y se analizarán los resultados. En efecto se recojen muestras de las aguas hervidas para ser analizados en el laboratorio e interpretados los resultados obtenidos, para determinarla la calidad de agua.

#### **4.3. TRATAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Se ha considerado el documento que permite realizar la secuencia para determinar el caudal de ingreso a la laguna de oxidación proveniente del alcantarillado que es considerado como el afluente domésticos generados en ciudad de Pisco, para determinar los parámetros de medición de campo y los parámetros determinados en el laboratorio, los mismos que han permitido obtener datos cualitativo y cuantitativo, que nos proporcionan indicadores que permitan conocer la constitución del desague previo a su disposición final en cada uno de los emisores que utilizan la laguna de oxidación de la ciudad de Pisco como punto de disposición final.

## **CAPITULO V**

### **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **5.1. LOS INDICADORES DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y LA CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DOMESTICO.**

##### **5.1.1. Delimitación Geográfica**

El área de estudio se encuentra ubicado en:

Región : ICA

Departamento : ICA

Provincia : PISCO

Localidad : CIUDAD DE PISCO

##### **Limites**

La provincia de PISCO donde se ubica el estudio limita con:

Por el Este : Con la provincia de Huaytra Ayacucho

Por el Oeste : Con el Océano Pacífico

Por el Norte : Con la Provincia de Chíncha

Por el Sur : Con la provincia de Ica.

## **Demarcacion Politica Y Division Territorial**

En cuanto a la demarcación política de la provincia de Pisco, forma parte del departamento y región de Ica.

Cinco son los distritos que integran esta provincia costera:

- Tupac Amaru
- San Clemente
- Paracas
- Independencia
- Huancano
- Humay
- San Andres

Entre las coordenadas: 8'481,000 m. a 8'486,000 m. Norte (UTM WGS 84). 368,000 m. a 376,000 m. Este (UTM WGS 84), y una altitud entre 0 y 80 m.s.n.m.

## **Características Geológicas y Climáticas**

### GEOLOGIA

Secuencia litológica de color blanco, consistente en diatomitas, con intercalaciones de areniscas tobáceas y lutitas, que afloran desde el río Pisco hasta las vecindades de Camaná. Estructuralmente se caracteriza por estar poco perturbada. Es posible relacionar la existencia de este homoclinal con el hecho de que hacia el noroeste se encuentra la parte del basamento pre-terciario, que sufrió gran elevación después de la sedimentación terciaria, y que este

homoclinal sea la charnela o zona de flexura, entre la región occidental que sufrió mayor levantamiento y la zona o bloque oriental, cuyo ascenso fue menor.

## CLIMA

La ciudad de Pisco tiene un clima templado, desértico y oceánico, con temperaturas altas y bajas durante todo el año. Presenta también varias veces al año los denominados vientos Paracas que alcanzan velocidades de más de 70 km/h en varias localidades. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, Pisco tiene un Clima desértico cálido. El promedio máximo de temperatura en la ciudad es de 23,7 °C, teniendo un pico en febrero de 27,7 °C y un punto inferior en julio de 20.2 °C, el promedio mínimo de temperatura en la ciudad es 15.8 °C variando entre 19.5 °C y 12.9 °C entre los meses de febrero y agosto respectivamente. La lluvia es casi inexistente con un promedio anual de 1.5 mm.

### **5.1.2. Características de Sistema de Tratamiento.**

Las aguas servidas de Pisco y San Andrés, son dispuestas en la planta de tratamiento de aguas servidas denominada Boca de Río, la cual está constituida por una batería de 06 lagunas, 02 anaeróbicas, 02 facultativas y 02 de maduración en serie, además de cámara de rejas y cámara de bombeo de desagües; en un área aproximado de 23 Has. Esta planta data del año 2000, y no sufrió mayores daños por efecto del sismo del 2007; tiene un

funcionamiento adecuado y está ubicada en el sector norte de Pisco. En el año 2009 se realizó el mejoramiento del Talud de las lagunas facultativas. Los desagües reciben tratamiento previo mediante una cámara de rejillas, luego son impulsados al canal de ingreso a las lagunas mediante 2 bombas tipo Tornillo de Arquímedes que funcionan alternadamente. En el canal de ingreso se reparte el caudal en dos que ingresan a las lagunas anaerobias. El efluente de las lagunas anaeróbicas pasa a las lagunas facultativas y luego pasan a las lagunas de maduración; donde finalmente fluyen al canal de recolección de aguas residuales tratadas. Los efluentes de la planta de tratamiento descargan al río Pisco ubicado a una distancia aproximada de 800 m.l. de la PTAR. PTAR “Túpac Amaru” La Planta de Tratamiento de aguas servidas del distrito de Túpac Amaru Inca, que recibe las aguas servidas del distrito en mención y del P.J. San Miguel, están constituidos por una batería de 02 lagunas facultativas en serie, ubicadas en la parte sur oeste del distrito Túpac Amaru Inca. Esta planta data del año 1995.

### **Características Geométricas de la PTARD de Pisco**

<b>LAGUNA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DIMENSIONES</b>
Aeróbicas	02	100 m, X 100 m.
Facultativas	02	250 m x 150 m.
Maduración	02	400 m. x 150 m.

## Delimitacion Geografica Pisco



Figura 10. Delimitacion Geografica Pisco

### **5.1.3. Caudales de Tratamiento**

Los caudales de Tratamiento aforado al ingreso de la Planta de Tratamiento son en el rango de 80 lps. a 100 lps. Vista Panorámica de la PTARD Pisco (Anexo I).

### **5.1.4. Preparación de Muestras de Aguas Residuales**

Generalmente los análisis físicos de las aguas se realizan "IN SITU", ya que ciertos aspectos de las muestras pueden modificarse o alterarse en el curso de su almacenamiento. La toma de muestra de las aguas naturales se realiza en un recipiente esterilizado de vidrio de (01) un litro y son conducidas al laboratorio.

Para los ensayos químicos se ha realizado siguiendo los principios de la química analítica (gravimétricos, volumétricos e instrumentales); y, las tomas de muestras de las aguas servidas fueron tomadas en un frasco de vidrio de un litro, siendo primeramente lavado y enjuagado con agua destilada; para la recolección de la muestra se sumergió el frasco a unos 15 ó 20 cm de profundidad, con la finalidad de evitar la recolección de partículas grandes y materias flotantes, se llenó el frasco completamente en dirección contraria a la corriente del agua, evitando la excesiva agitación y la exposición a la luz solar.

Para la recolección de muestras de las aguas servidas para el control de análisis microbiológico se tuvo las siguientes precauciones:

Utilización de frascos estériles.

- El frasco o frascos previamente esterilizados a calor seco a 180 °C durante dos horas.
- Tomar muestras de 20 a 30 cm de profundidad en frascos de forma invertida.
- Trasladar la muestra (100 ml), al laboratorio en condiciones que impidan la multiplicación de la flora bacteriana.
- El análisis nunca se retrasará más de 24 horas.
- Utilizar frascos de boca ancha de un litro de volumen.
- Si el agua a analizar contiene indicios de cloro (0.01 ppm) hay que añadir al frasco, antes de esterilizarlos, 0.5 ml de solución de tiosulfato de sodio al 2%.
- Si la muestra y el análisis transcurren más de dos horas se mantendrá la muestra refrigerada.
- Antes de la toma se etiquetará con los datos de interés tales como: lugar, hora, fecha, etc.

Dentro de los muestreos de agua natural se tener en consideración lo siguiente:

### **Muestreo Fortuito.**

Las muestras pueden ser colectadas manual y automáticamente. Automáticamente es necesario cuando se hace una colecta en intervalos regulares de tiempo. Un muestreo fortuito, o al azar se utiliza en los siguientes casos:

Cuando el desecho objetivo a muestrear fluye continuamente como en el caso de descarga de un estanque, una muestra de esta descarga es suficiente para obtener sus características.

- Cuando las características del desecho son relativamente constantes.
- Cuando es necesario determinar la composición de una muestra en condiciones extremas de desecho., o que por ejemplo ocurre una posible variación de pH, una muestra compuesta puede tener un pH neutro en cuanto que las partes que la constituyen pueden presentar una larga línea de variación de pH.
- Las muestras fortuitas son necesarias también para analizar gases disueltos, cloro residual, sulfatos solubles, temperatura y pH.

### **Muestreo Compuesto.**

A fin de minimizar el número de muestras si ser analizadas, es usual mezclar diferentes muestras individuales. Una cantidad de muestras individuales que pueden ser adicionadas y mezcladas completamente, depende de la variación por hora en que las muestras fueron tomadas. Una cantidad mínima sería de 2 litros. Una cantidad mínima de una muestra individual sería de 200 ml. Si la muestra fuese colectada en un intervalo de tiempo de 1 hora. Cuando un muestreo es continuo (en intervalos cerca de 3 a 5

minutos) la cantidad mínima de muestra deberá ser en torno de 25 ml.

Las muestras compuestas deben ser tomadas en relación al flujo o al tiempo.

### **Frecuencia de muestreo.**

La frecuencia de muestreo depende de la variación de las características de los contaminantes. Un muestreo fortuito puede ser 1 por cada hora.

El tiempo máximo para la composición de una muestra compuesta controlando la capacidad de almacenamiento adecuado de una muestra individual no debe ser superior a 24 horas. Cuando los análisis son para determinación de criterios microbiológicos o para tratamiento biológico tales como DBO, DQO, COT., las muestras compuestas deberán ser almacenadas por un periodo de 8 a 12 horas cuando las características de los desechos son constantes y de 2 a 4 horas en caso contrario.

### **Precauciones necesaria para el muestreo.**

- Las muestras debe ser recogidas donde el flujo de desechos sea uniforme (en cualquier punto con baja turbulencia).
- Deben ser evitados lugares situados sobre vertedores debido a la sedimentación de sólidos.

- Las muestras debe ser tomadas en el centro del canal donde la velocidad es más alta y la sedimentación de sólidos es mínima.
- En caso de análisis de gases disueltos o sustancias volátiles, no se deberá ser introducido aire para provocar turbulencia, práctica normalmente adoptada para evitar la sedimentación.
- El volumen de muestra obtenido debe ser suficiente para realizar todos los análisis requeridos y también para repetir, en caso de cualquier duda.

### **Muestreo bacteriológico.**

Una muestra bacteriológica debe ser obtenida en botellas de boca larga con una capacidad de un mínimo de 300 ml y equipadas con una tapa de vidrio, las botellas deben ser esterilizadas para asegurar aún mejor este tratamiento las botellas pueden permanecer en el horno por dos horas a 170° C. Las botellas no debe ser llenadas al tope, siempre se debe dejar un pequeño espacio para que puedan ser agitadas antes de ser analizadas.

Durante el muestreo, la boca de la botella deberá de ser colocada en dirección de la corriente para ser protegida de la contaminación, las muestras debe ser almacenadas a 4° C, inmediatamente después del muestreo, para el transporte las botellas deben permanecer en cajas de hielo.

### **Preservación de muestras.**

Las muestras deberán ser analizadas tan pronto como sea posible luego de la recolección, dado que ciertos productos sufren modificaciones con el transcurrir del tiempo, tales como:

Cationes metálicos pueden precipitarse como hidróxidos o formar complejos.

Cationes metálicos pueden ser absorbidos por la superficie de vidrio, cuarzo o recipiente plástico.

Las características de las muestras pueden ser modificadas también por la actividad microbiológica.

Las células pueden aumentar el DBO y el DQO.

La productividad de células puede modificar el DBO y el DQO.

El contenido de nitrógeno y fósforo puede ser alterado.

La tabla 6, que se da a continuación nos presenta más información para el almacenamiento de muestras.

**Tabla 6.**  
**Almacenamiento y Refrigeración de muestras**

<b>Parametro</b>	<b>Frasco *</b>	<b>Método de Preservación</b>	<b>Tiempo Máximo entre Colecta y Análisis</b>
Alcalinidad	P ó V	refrigeración a 4° C	24 horas
DBO	V	refrigeración a 4° C	6 horas
Borato	P	no necesita	7 días
Calcio	P o V	no necesita	7 días

DQO	V	1 a 2 ml. De H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra	1 a 7 días
Cloruro	P ó V	no necesita	7 días
Cloro	V	-	analizar inmediatamente
Color	P ó V	refrigeración a 4° C	24 horas
Conductividad	P ó V	no necesita	1 a 7 días
Cianuro	P	adicionar NaOH hasta pH = 11	24 horas
	V	20 mg. HgCl <sub>2</sub> / litro de muestra	1 día
	V	2 ml. Sulfato manganoso + 2 ml iodato alcalino azida	24 horas
Fluoruro	P	no necesita	7 días
Dureza	P ó V	no necesita	7 días
Magnesio	P ó V	no necesita	7 días
<b>Metales</b>			
Total	P	2 a 10 ml HNO <sub>3</sub> / litro de muestra	varias semanas
Disueltos	P	2 a 10 ml. HNO <sub>3</sub> / litro de muestra	varias semanas
Mercurio	P	5 a 10 ml. HNO <sub>3</sub> / litro de muestra	7 días
<b>Nitrógeno</b>			
Amoniacal	P ó V	1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra, refrigeración a 4° C	1 a 7 días

Nitrato	P ó V	1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra, refrigeración a 4° C	1 a 7 días
Nitrito	P ó V	1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra, refrigeración a 4° C	24 horas
Orgánico	V	1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra, refrigeración a 4° C	24 horas
Olor	V	refrigeración a 4° C	6 a 24 horas
Aceites y grasas	V	1 a 2 ml HCl / litro de muestra	24 horas
Carbono orgánico	V	1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra	1 a 7 días
pH	P ó V	-	analizar en cuanto antes, de preferencia en el lugar
Fenoles	V	1 gr. CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O/ litro de muestra y H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> hasta pH 4, refrigeración a 4°C	24 horas
O-fosfato	P ó V	filtrar, refrigerar 4° C	24 horas
Total	P ó V	refrigerar 4° C	1 a 7 días
Potasio	P	no necesita	7 días
Sílica	P	filtrar, refrigerar 4° C	1 a 7 días
Sodio	P	no necesita	7 días
Sólidos	-		
Disueltos	P ó V	-	24 horas
Total .	P ó V	-	7 días

Sulfato	P ó V	no necesita	7 días
Sulfuro	V	2 ml 1M Zn(OQc) <sub>2</sub> / litro de muestra, después 2 ml. NaOH 1 N	24 horas
Turbidez	P ó V	-	4 a 24 horas

---

*Fuente: Química Analítica.*

\* Frasco de tipo plástico (P) ó vidrio (V)

## 5.2. LOS PARÁMETROS FISICOS Y EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

### 5.2.1. Determinación Experimental del Color.

**Lugar de análisis:**

**Método:** Comparación visual

**Procedimiento:**

Si la muestra tiene menos de 70 u.c. se vierten 100 ml de la muestra en un tubo Nessler similar a los tubos que tienen los patrones y se comparan con estos. Se toma como medida de color, la muestra del valor patrón más parecido a ésta, o el valor intermedio entre los dos patrones mas parecidos a la muestra.

Si la muestra tiene más de 70 u.c. se toma una porción de la muestra y se diluye a 100 ml en el tubo Nessler. Se calcula el valor de la muestra obtenida, multiplicando por el factor de dilución correspondiente, calculado como 100 ml/ml de muestra original.

### 5.2.2. Determinación Experimental del Olor

**Lugar de análisis:** In situ

**Método:** Organoléptico

**Procedimiento:**

Se toma una muestra de 200 ml aproximadamente, huélase después de realizar una agitación en frío.

### 5.2.3. Determinación Experimental de Turbidez

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** Nefelométrico

**Procedimiento:**

Seleccionar el patrón, proporcionado por el fabricante, agitar y, luego de asegurarse de que no presenta huellas de suciedad, colocar en la celda de medición. Mover la perilla de ajuste "stanadarize" hasta que la aguja indicadora de la pantalla de lectura muestre el valor de turbiedad del patrón en la escala respectiva.

- Sacar el patrón de la celda. Agitar la muestra y transferir una porción de ésta a uno de los tubos de vidrio proporcionados por el fabricante, asegurándose que este completamente limpio.
- Colocar el tubo con la muestra en la celda de medición y anotar la lectura de la aguja indicadora en la escala utilizada.
- Si la muestra a medir tiene más de 100 NTU, hacer una dilución adecuada con agua libre de turbidez antes de hacer la medición

y multiplicar el resultado obtenido por el factor de dilución correspondiente.

#### **5.2.4. Determinación Experimental de Conductividad**

**Lugar de análisis:** DIGESA

**Método:** Conductimétrico

**Procedimiento:**

- Se conecta el conductímetro modelo Hanna Instruments HI9032.
- Se presiona el botón “on” del instrumento y el botón “cond”, se realiza la medición sumergiendo el sensor de temperatura y sensor de conductividad dentro de un vaso de 200 ml que contiene la muestra.
- Se deja pasar aproximadamente 10 segundos, para que la celda se estabilice antes de tomar la lectura en  $\mu\text{Mhos/cm}$ .
- Se enjuaga el sensor con abundante agua destilada, tratando de que el agua pase por el orificio del sensor.

#### **5.2.5. Determinación Experimental de pH**

**Lugar de análisis:** in situ

**Método:** Potenciómetro

**Procedimiento:**

Se añade 100 ml de muestra dentro del vaso de 150 ml y se sumerge el electrodo previamente lavado con agua destilada dentro de ella. Presionando el botón “measure” se espera que la lectura se establezca para registrar.

## **5.3. LOS PARÁMETROS QUÍMICOS Y EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

### **5.3.1. Determinación Experimental de Grasas**

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio.

**Método:** Soflet

**Procedimiento:**

- Colocar la muestra, 25 ml, sobre un papel filtro, depositado dentro de una placa.
- Llevarlo a la estufa a una temperatura de 105 °C a 110 °C, por espacio de 03 horas; luego, sacar la muestra y desecarla.
- Formar un cartucho con el papel filtro, y colocarlo dentro de un balón.
- Colocar el balón, en la cámara extractora del equipo Soflet, e introducir 50 ml de hexano; se inicia el calentamiento para que este circule durante 03 a 04 horas, hasta que el solvente (hexano), en la cámara de extracción se vea transparente.
- Luego, por destilación recuperamos el hexano, dejando libre la grasa.

### **5.3.2. Determinación Experimental de Carga Bacteriana**

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** NMP

**Procedimiento:**

Para la determinación de Coliformes Totales se utilizó volúmenes decrecientes de la muestra, es decir, diluciones en Prueba Presuntiva y Prueba Confirmativa.

- *Prueba Presuntiva.*- Se realizó en tubos que contiene caldo lauril triptosa con campana de Durham, inoculados con volúmenes de muestra e incubados a 37°C por 18 a 24 horas. Se realizó la lectura de los tubos de gas negativos se reincubaron por 24 horas más.
- *Prueba Confirmativa.*- Se realizó transfiriendo inóculos de los tubos gas positivos (Caldo Lauril Triptosa), a tubos que contienen caldo verde brillante al 2% e incubados a 37°C por 24 horas. Contabilizándose los tubos gas positivos y reincubándose los tubos gas negativos por 24 horas, y de éste considerándose los gases positivos y descargándose los tubos de gas negativo.

### **5.3.3. Determinación Experimental de DBO**

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** Orgánico

**Procedimiento:**

- Preparar el agua de dilución, que consiste en agua destilada (01 litro) a la cual se le agrega 1 ml de solución *buffer* de fosfato, 1 ml de solución de sulfato de magnesio, 1 ml de solución de cloruro de calcio y 1 ml de solución de cloruro de calcio.

- Dejar esta agua de dilución, por medio de una bomba de aireación, por espacio de una (01) hora.
- Realizar la prueba en frascos de vidrio de 300 ml de color ámbar con tapones esmerilizados o cierres herméticos.
- Llenar las botellas (02 por cada muestra) con un volumen de 100 ml de muestra por cada botella, enrasarla con la el agua de dilución previamente aireada.
- Tomando una muestra testigo, es decir, solamente con el agua de dilución, se procede a determinar el OD de cada botella, posteriormente, se vuelve a llenar y tapar herméticamente.
- Las botellas se incubarán durante 5 días a 20 °C.
- Después de los 5 días se determina la cantidad de oxígeno remanente u oxígeno disuelto final, realizando la siguiente fórmula:

$$\frac{mg\ DBO}{l} = \frac{(ODT - ODF)Vol. Botella, ml}{ml\ de\ muestra} - (ODT - ODI)$$

Donde:

ODT = OD final del testigo, mg/L

ODF = OD final de la muestra, mg/L

ODI = OD inicial de la muestra, mg/L

#### **5.3.4. Determinación Experimental de Coliformes Totales**

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** NMP

**Procedimiento:**

Para la determinación de Coliformes Totales se utilizó volúmenes decrecientes de la muestra, es decir, disoluciones en Prueba Presuntiva y Prueba Confirmativa.

- *Prueba Presuntiva.*- Se realizó en tubos que contiene caldo lauril triptosa con campana de Durham, inoculados con volúmenes de muestra e incubados a 37°C por 18 a 24 horas. Se realizó la lectura de los tubos de gas negativos se reincubaron por 24 horas más.
- *Prueba Confirmativa.*- Se realizó transfiriendo inóculos de los tubos gas positivos (Caldo Lauril Triptosa), a tubos que contienen caldo verde brillante al 2% e incubados a 37°C por 24 horas. Contabilizándose los tubos gas positivos y reincubándose los tubos gas negativos por 24 horas, y de éste considerándose los gases positivos y descargándose los tubos de gas negativo. Llevamos el balón a la estufa por 100°C, se enfría y se pesa.
- Se determina las grasas de cada una de las muestras (afluente y efluente) utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{mg \text{ grasas}}{l} = \frac{(A - B) * 1000000}{V_{muestra, ml}}$$

Donde:

A = Peso de balón + grasa, mg

B = Peso del balón, mg.

### 5.3.5. Determinación Experimental de Nitratos

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** Espectrofotómetro ultravioleta.

**Procedimiento:**

- Si las muestras contienen sólidos suspendidos o la turbiedad es mayor a 1 NTU se debe filtrar, preferentemente a través de filtros de membrana de 0.5 micrones. Tomar 50 ml de muestra, adicionar 1 ml de solución HCl 1 N y agitar vigorosamente. Proceder de la misma manera con los estándares.
- Se enciende el espectrofotómetro Hewlett Packard 8453.
- Se selecciona el método a la longitud de trabajo 220 y 275 nm.
- Se enciende la lámpara de deuterio.
- Seguir el procedimiento del manual de operación y estabilizar el instrumento.
- Ajustar a cero la absorbancia pasando un blanco.
- Leer las muestras. El equipo está programado para registrar los resultados de concentración en mgN/L a 220 nm para obtener la lectura de N – NO<sub>3</sub> y a 275 nm para determinar la interferencia debido a la materia orgánica disuelta.

### 5.3.6. Determinación Experimental de Nitritos

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** Electrométrico.

**Procedimiento:**

- Si las muestras contienen sólidos suspendidos o la turbiedad es mayor a 1 NTU se debe filtrar, preferentemente a través de filtros de membrana de 0.5 micrones. Tomar 50 ml de muestra, adicionar 1 ml de solución HCl 1 N y agitar vigorosamente. Proceder de la misma manera con los estándares.
- Se enciende el espectrofotómetro Hewlett Packard 8453.
- Se selecciona el método a la longitud de trabajo 220 y 275 nm.
- Se enciende la lámpara de deuterio.
- Seguir el procedimiento del manual de operación y estabilizar el instrumento.
- Ajustar a cero la absorbancia pasando un blanco.
- Leer las muestras. El equipo está programado para registrar los resultados de concentración en mgN/L.

### **5.3.7. Determinación Experimental de Sulfatos**

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** Espectrofotómetro ultravioleta

**Procedimiento:**

- Si las muestras contiene sólidos suspendidos o la turbiedad es mayor a 1 NTU se debe filtrar, preferentemente a través de filtros de membrana de 0.5 micrones. Tomar 50 ml de muestra, adicionar 1 ml de solución HCl 1 N y agitar vigorosamente. Proceder de la misma manera con los estándares.
- Encender el espectrofotómetro Hewlett Packard 8453.

- Seleccionar el método a la longitud de onda de trabajo.
- Encender la lámpara de deuterio.
- Seguir el procedimiento manual de operación y estabilizar el instrumento.
- Ajustar a cero la absorbancia pasando un blanco.
- Leer los estándares de calibración, registrando los valores de absorbancia.
- Leer las muestras. El equipo está programado para ajustar los resultados de concentración en mg/L.

#### **5.3.8. Determinación Experimental de Cloruros**

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** Conductimétrico

**Procedimiento:**

- Se conecta el conductímetro modelo Hanna Instruments HI9032
- Se sumerge el sensor en la muestra. Se presiona el botón “on” que se encuentra en la parte superior derecha del instrumento, se gira la perilla de control hasta la posición “salinity”.
- Registrar la lectura de la aguja indicadora en la escala correspondiente.

#### **5.3.9. Determinación Experimental de Sólidos Totales Disueltos**

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** Gravimétrico.

**Procedimiento:**

- Se arma un sistema de filtración al vacío.
- Los crisoles para poder ser utilizados en este análisis debes ser cuidadosamente lavados, y luego secados en una mufla a una temperatura de  $550 \pm 50$  °C por intervalo de 1 hora.
- Luego se colocan en un desecador durante 2 horas, para luego codificar cada uno de ellos como afluente y efluente y estos crisoles vacíos son pesados en la balanza analítica, se registra este dato como B. Se colocan los crisoles en el desecador hasta el momento en que son utilizados.
- Hágase el vacío y lávese el filtro con tres volúmenes sucesivos de 20 ml de agua destilada, continuar la succión hasta eliminar todo vestigio de agua, deseche el agua de lavado.
- Se mide en una probeta graduada 50 ml de las muestras y se procede a filtrar en vacío.
- Del líquido filtrado recolectado en el matraz kitasato, se mide en una probeta graduada 30 ml y se vierte cada una de las muestras en sus respectivos crisoles.
- Se pone los crisoles dentro de una estufa previamente calentada a una temperatura de  $180 \pm 2$  °C.
- Se espera hasta que la cantidad total de agua se halla evaporado, se procede a poner los crisoles en el desecador por el intervalo de 2 horas.
- Luego se pesan los crisoles más el residuo seco en la balanza analítica. Se registra este dato como A.

- Se determina los sólidos totales disueltos de cada una de las muestras (afluente y efluente) utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{mg sólidos totales disueltos}}{l} = \frac{(A - B) * 1000}{V_{\text{muestra, ml}}}$$

Donde:

A = Peso de residuo seco + crisol, mg

B = Peso del crisol, mg

### 5.3.10. Determinación Experimental de Sólidos Disueltos

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** Gravimétrico

**Procedimiento:**

- Los crisoles más el residuo seco obtenidos en el procedimiento anterior, se incineran en una mufla previamente calentada a una temperatura de  $550 \pm 50$  °C por 15 minutos.
- Se ponen los crisoles en el desecador por intervalo de 2 horas.
- Se procede a pesar los crisoles más el residuo en la balanza analítica. Estos valores se registran como B.
- Se determina los sólidos totales disueltos volátiles de cada una de las muestras (afluente y efluente), utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{mg sólidos disueltos}}{l} = \frac{(A - B) * 1000}{V_{\text{muestra, ml}}}$$

Donde:

A = Peso de crisol + residuo antes de la incineración, mg.

B = Peso del crisol + residuo después de la incineración,  
mg

### 5.3.11. Determinación Experimental de Sólidos Suspendidos

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** Gravimétrico

**Procedimiento:**

- Se arma un sistema de filtración al vacío. Los filtros de fibra de vidrio para poder ser utilizados en este análisis debes ser cuidadosamente lavados, y luego secados en una mufla a una temperatura de  $550 \pm 50$  °C por intervalo de 1 hora.
- Luego se colocan en un desecador durante 2 horas, para luego ser codificados como afluente y efluente y cada uno de los filtros de fibra de vidrio vacíos son pesados en la balanza analítica, se registra este dato como B. Se colocan los filtros de fibra de vidrio en el desecador hasta el momento en que son utilizados.
- Hágase él vacío y lávese el filtro con tres volúmenes sucesivos de 20 ml de agua destilada, continuar la succión hasta eliminar todo vestigio de agua, deseche el agua de lavado.
- Se mide en una probeta graduada 50 ml de cada una de las muestras y se procede a filtrar.
- El residuo recolectado en los filtros de fibra de vidrio, se secan dentro de una estufa previamente calentada a una temperatura de  $104 \pm 1$ °C.

- Se espera hasta que la cantidad total de agua se halla evaporado (aproximadamente 2 horas), luego se colocan los filtros de fibras de vidrio dentro del desecador por el intervalo de 2 horas.
- Se proceden a pesar en la balanza analítica, los filtros de fibra de vidrio más el residuo, estos datos se registran como A.
- Se determina los sólidos totales suspendidos de cada una de las muestras (afluente y efluente) utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{mg sólidos suspendidos}}{l} = \frac{(A - B) * 1000}{V_{\text{muestra, ml}}}$$

Donde:

A = Peso de residuo seco + filtro de fibra de vidrio, mg.

B = Peso del filtro de fibra de vidrio, mg.

### 5.3.12. Determinación Experimental de Oxígeno Disuelto

**Lugar de análisis:** DIGESA – Laboratorio

**Método:** Titulométrico

**Procedimiento:**

- Tomar una muestra de agua en un volumen alícuota de 100 ml.
- Agregar a la muestra alícuota 01 cojín de Oxígeno Disuelto I; dejar reposar la solución durante 03 minutos.

- Adicionar a la solución 01 cojín de Oxígeno Disuelto II y III; dejar reposar 20 minutos hasta que la disolución tome una coloración naranja.
- Titular la solución en un volumen de 100 ml con Difenil Carbazone de concentración 0,8 N; hasta que la solución tenga un viraje al color amarillo tenue.
- Leer en el titulador digital; observando la cantidad de reactivo titulante gastado, el mismo que se expresa en mg/L.

## **5.4. LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

### **5.4.1. Determinación Experimental de Carga Bacteriana**

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** NMP

**Procedimiento:**

Para la determinación de Coliformes Totales se utilizó volúmenes decrecientes de la muestra, es decir, diluciones en Prueba Presuntiva y Prueba Confirmativa.

- *Prueba Presuntiva:*- Se realizó en tubos que contiene caldo lauril triptosa con campana de Durham, inoculados con volúmenes de muestra e incubados a 37°C por 18 a 24 horas. Se realizó la lectura de los tubos de gas negativos se reincubaron por 24 horas más.

- *Prueba Confirmativa.*- Se realizó transfiriendo inóculos de los tubos gas positivos (Caldo Lauril Triptosa), a tubos que contienen caldo verde brillante al 2% e incubados a 37°C por 24 horas. Contabilizándose los tubos gases positivos y reincubándose los tubos gas negativos por 24 horas, y de éste considerándose los gases positivos y descargándose los tubos de gas negativo.

#### **5.4.2. Determinación Experimental de DBO**

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** Orgánico

**Procedimiento:**

- Preparar el agua de dilución, que consiste en agua destilada (01 litro) a la cual se le agrega 1 ml de solución *buffer* de fosfato, 1 ml de solución de sulfato de magnesio, 1 ml de solución de cloruro de calcio y 1 ml de solución de cloruro de calcio.
- Dejar esta agua de dilución, por medio de una bomba de aireación, por espacio de una (01) hora.
- Realizar la prueba en frascos de vidrio de 300 ml de color ámbar con tapones esmerilizados o cierres herméticos.
- Llenar las botellas (02 por cada muestra) con un volumen de 100 ml de muestra por cada botella, enrasarla con la el agua de dilución previamente aireada.
- Tomando una muestra testigo, es decir, solamente con el agua de dilución, se procede a determinar el OD de cada botella, posteriormente, se vuelve a llenar y tapar herméticamente.

- Las botellas se incubarán durante 5 días a 20 °C.
- Después de los 5 días se determina la cantidad de oxígeno remanente u oxígeno disuelto final, realizando la siguiente fórmula:

$$\frac{mg\ DBO}{l} = \frac{(ODT - ODF)Vol. Botella, ml}{ml\ de\ muestra} - (ODT - ODI)$$

Donde:

ODT = OD final del testigo, mg/L

ODF = OD final de la muestra, mg/L

ODI = OD inicial de la muestra, mg/L

#### 5.4.3. Determinación Experimental de Coliformes Totales

**Lugar de análisis:** DIGESA - Laboratorio

**Método:** NMP

**Procedimiento:**

Para la determinación de Coliformes Totales se utilizó volúmenes decrecientes de la muestra, es decir, diluciones en Prueba Presuntiva y Prueba Confirmativa.

- *Prueba Presuntiva:*- Se realizó en tubos que contiene caldo lauril triptosa con campana de Durham, inoculados con volúmenes de muestra e incubados a 37°C por 18 a 24 horas. Se realizó la lectura de los tubos de gas negativos se reincubaron por 24 horas más.
- *Prueba Confirmativa.*- Se realizó transfiriendo inóculos de los tubos gas positivos (Caldo Lauril Triptosa), a tubos que

contienen caldo verde brillante al 2% e incubados a 37°C por 24 horas. Contabilizándose los tubos gas positivo y re-incubándose los tubos gas negativos por 24 horas, y de éste considerándose los gases positivos y descargándose los tubos de gas negativo

## CAPITULO VI

### ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 6.1. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS PARÁMETROS FISICOS Y EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

En el cuadro N° 4.1 se muestra los resultados de la determinación analítica de los Parámetros Físicos de dos muestras tomadas de agua residual de la PTARD PISCO:

**Table 7.**  
**Parametros Fisicos del Agua Residual Efluente Final**

Parametro Fisico	Valor Determinado	
	EF-1	EF-2
Turbidez (U.N.T).	678	520
Color (U.C.)Pt/Co	56	67
Conductividad (uS/Cm)	2555	3234
Temperatura ( °C)	22	24

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados de parámetros físicos en las muestras tomadas en EL FLUENTE FINAL presentan valores físicos característico para aguas residuales domesticas.

## 6.2. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS Y EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

Los principales parámetros químicos analizados en 02 muestras del Efluente Final tratado del AGUA RESIDUAL generado en la ciudad de Palpa, se presentan en el cuadro siguiente:

**Tabla 8.**  
**Parametros Quimicos del Efluente Final**

<b>Parámetro Quimicos</b>	<b>EF-1 Efluente Final</b>	<b>Valor Norma DS N° 03-2010-MINAM</b>
Sólidos Disueltos Totales (ppm).	2690	3234
Dureza. (ppm)	758	-
Sodio. (ppm).	160	-
Cloruros (ppm)	456	-
pH	8.3	6.5 - 8.5
Sulfatos (ppm)	134	-
Nitratos(ppm)	230	-
Fierro total (ppm).	0.14	-
Oxigeno Disuelto (mg/l)	0.0	-
DBO(mg/l)	295	100

Grasas y Aceites(mg/lit)	86	20
--------------------------	----	----

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 9.**  
**Parametros Quimicos del Efluente Final**

<b>Parámetro Quimicos</b>	<b>EF-2.</b>	<b>Valor Norma DS N° 03-2010-MINAM</b>
Sólidos Disueltos Totales (ppm).	2330	150
Dureza. (ppm)	665	-
Sodio. (ppm).	190	-
Cloruros (ppm)	434	-
pH	8.7	6.5 - 8.5
Sulfatos (ppm)	189	-
Nitratos(ppm)	267	-
Fierro total (ppm).	0.14	-
Oxigeno disuelto (mg/lit)	0.1	-
DBO(mg/lit)	190	100
GRASAS Y ACEITES(mg/lit)	40	20

*Fuente: Elaboración Propia*

El efluente final tratado en el Sistema de tratamiento deguas Residuales de Palpa PTARD PISCO sobrepasa los LMPs de acuerdo al decreto Supremo, cuyos resultados de reporte químico no presenta valores dentro de los límites Máximos permisibles.

### 6.3. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

La evaluación de las muestras del EFLUENTE FINAL en la PTARD Palpa final, referentes a los ensayos microbiologicos se muestran en la Tabla siguiente:

**Tabla 10.**

**Analisis Microbiologicos del Efluente Final**

Parámetro Microbiologico	RESULTADO.		Norma Vigente DS N° 003-2010-MINAM
	EF-1	EF-2	
Bacterias Coliformes Totales NMP/100ml.	2,1 x 10exp(5)	1,4 x 10 exp(6)	10000
Coliformes Termo Tolerantes NMP/100ml.	1,4 x 10 exp(4)	3 x 10exp(4)	No Específica.

*Fuente: Elaboración propia.*

Los resultados de evaluación microbiológica indican que la muestra EF-01 y EF-02, tienen valores no recomendados para el Efluente final de

vertimiento a cuerpos receptores, superan los límites recomendados por la Norma Vigente el D.S. N° 03-2010-MINAM

## CONCLUSIONES

De los resultados analíticos, en los indicadores ambientales de Parámetros Físicos, se deduce que los parámetros de campo no cumplen con la normativa de los lineamientos del agua residual tratada que es el D.S.N° 03-2010-MINAM.

Los parámetros Químicos analizados presentan valores altos que sobrepasan los estándares permitidos, teniendo características físico- químicas del efluente final tratado no aptos para su vertimiento final. El efluente líquido que sale de la PTARD Pisco, tiene para el parámetro de  $DBO_5$ , valores del orden 295 y 190 mgr/l, magnitudes que superan los valores de la norma para efluentes vertidos por PTARD.

Del reporte se concluye que la Laguna de Oxidación de Palpa no viene operando deficientemente en la remoción de los microorganismos tanto en coliformes totales y termo tolerantes. Los caudales de Tratamiento son fluctuantes arrojando magnitudes mínimas 90 lps y de 100 lps como máximo en horario diurno.

Existen en el sistema actual de tratamiento de aguas residuales domésticas 06 lagunas aeróbicas, facultativas y de maduración. Los resultados sobre la calidad microbiológica del efluente, demuestran la baja remoción en la cantidad de

coliformes fecales (1,4 E+04 NMP/100ml en el efluente), determinando la presencia de agentes patógenos.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar la inmediata limpieza y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la provincia de Pisco.

Se recomienda realizar más permanentemente los análisis microbiológicos, con fines de vigilancia y control del funcionamiento de la (PTARD) Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Domesticas.

Se recomienda a EMAPISCO administrador del sistema de Tratamiento de Agua residual cumplir con las normas establecidas para evitar el impacto al escenario ambiental y a la salud pública.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amador, G. 2007. "*Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, Manual de Operación y Mantenimiento*". Fundación ENSEMBLE.
- Ambiente, Ley General del. (2005). "*Ley General Del Ambiente - Ley N° 28611. Artículo 67. Artículo 119, Inciso 119.1*". Peruano 168 pp.
- Byliński, H., J. Barczak, J. Gębicki, and J. Namieśnik. (2019). "*Monitoring of Odors Emitted From Stabilized Dewatered Sludge Subjected to Aging Using Proton Transfer Reaction–Mass Spectrometry*". *Research Article* 26(6):5500–5513.
- Campos, C. 2009. "*Indicadores de Contaminación Fecal En Aguas*". Pp. 224–29 in Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. Barcelona: Universidad de Barcelona - España.
- Cenagua. 1999. "*Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas*". Santa Fe de Bogota-Colombia.
- CEPLAN. (2011). "*Plan Bicentenario. El Perú Hacia El 2021*". edited by C. N. de P. Estratégico. Lima - Perú: Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2010-14880.
- Chibinda, C., M. Arada, and N. Pérez. (2017). "*Characterization for Physicochemical Methods and Evaluation of the Quantitative Impact of the*

*Waters of the Well the Limestone Quarryn*". *Rev. Cubana Quím.* 29(2):303–21.

Decreto Supremo N°003-MINAM (Ministerio del Ambiente). (2010). "Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Aprueban Limites Máximos Permisibles Para Los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales". *Normas Legales El Peruano* 1–2.

DISEPROSA. (2015). "*Planta de Tratamiento de Lodos de La Depuradora de San Adriá Del Besós*". Madrid - España.

Eaton, A., L. Clesceri, E. Rice, A. Greenberg, and M. Franson. (2005). "*Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, Centennia*". I Edition (Inglés) 21st Edición. 21 (15 de. edited by A. P. H. Assn.

Escalas, A., J. M. Guadayol, M. Cortina, J. Rivera, and J. Caixach. (2003). "*Time and Space Patterns of Volatile Organic Compounds in a Sewage Treatment Plant*". *Water Research* 37(16):3913–20.

Escherich, T. (1985). "*Die Darmbakterien Des Neugeborenen Und Sauglings*". *Fortschritte Der Medizin* 3:515–22.

Esponda, A. (2001). "*Arranque de Un Sistema Experimental de Flujo Vertical a Escala Piloto de Tipo Humedal Artificial Para El Tratamiento de Aguas Residuales*". Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Ewing. (1986). "*Edwards and Ewing's Identification of Enterobacteriaceae*". *Internacional Journal of Systematic Bacteriology* 581–82.

Guillermo Ramirez, K. (2011). "*Calidad de Aguas Residuales Del Tratamiento Primario En Pozas de Oxidación de Distrito de Viques-Huancayo*".

Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente.

Hernández, R., Fernández, C. and P. Baptista. (2016). "*Metodología de La Investigación*". edited by M. Hill. México D.F.

Kiely, G; Veza, J. M. (2003). "*Ingeniería Ambiental: Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión*". Madrid - España: McGraw-Hill Interamericana de España, D.L. 2003.

Ley General de Aguas N°17752. (1969). "*Ley General de Las Aguas (Decreto Supremo N° 17752)*" 30 pp.

Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 23853. (1984). "*Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 23853*". 29 pp.

López, R. S. 2015. "Diseño Del Drenaje Sanitario Para La Calle Del Cementerio, Aldea La Esmeralda, Jerez, Jutiapa."

Metcalf and Eddy. (2016). "*Ingeniería de Aguas Residuales. Volimen1: Tratamiento, Vertido y Reutilización*". Tercera Ed. edited by McGraw-Hill. España.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2009). "*Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales*". Lima-Perú.

Muñoz Cruz, Amílcar. (2008). "*Caracterización y Tratamiento de Aguas Residuales*". Universidad Autónoma del Estado Hidalgo.

N°17505, Decreto Ley. 1978. "*Código Sanitario, Decreto Ley N° 17505*". 44 pp.

N°261.69-AP, Decreto Supremo. (1969). "*Decreto Supremo N° 261.69-AP. Capítulo IV: De La Clasificación de Los Cursos de Agua y de Las Zonas Costeras Del País*". 37 pp.

- N°29338, Ley de Recursos Hídricos. (2009). "*Ley de Recursos Hídricos N°29338*". 40 pp.
- N°613, DDecreto Legislativo. (1990). "*Código Del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales, Decreto Legislativo N° 613*". 36 pp.
- Naturales, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos. (2014). "*Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Zonas Rurales, Periurbanas y Desarrollos Ecoturísticos*". Tlalpan, México, D.F.: Impreso y hecho en México.
- OEFA. (2014). "*Fiscalización Ambiental En Aguas Residuales*". Organismo de Evaluacion y Fiscalizacion Ambiental 36.
- OMS. (2006). "*Organización Mundial de La Salud- OMS*". 65 pp.
- Parker, R., N. Morris, F. N. Fair, and S. .. Bhatia. (2014). R. Parker, N. Morris, F. N. Fair, S. C. Bhatia.
- Perú, Constitución Política del. (1993). "*Constitución Política Del Perú. Capítulo II Del Ambiente y Los Recursos Natutales. Artículo 67°*". Sigcse 32 pp.
- Ramalho, R. S. (1993). "*Tratamiento de Aguas Residuales*". Editorial. Quebec, Canada: Faculty of Science and Engineering.
- Riffat, Rumana. 2013. *Wastewater Treatment and Engineering*.
- Romero, M., A. Colín, E. Sánchez, and L. Ortiz. (2009). "*Tratamiento de Aguas Residuales Por Un Sistema Piloto de Humedales Artificiules: Evaluación de La Remoción de La Carga Orgánica*". *Contam. Ambient.* 25(3):157–67.
- Romero Rojas, J. (2000). "*Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y Principios de Diseño*" Edición. edited by S. de Bogotá. Bogota: Colombia : Escuela Colombiana de Ingeniería.

Sommer, M. (2000). *“Agua, No Al Desperdicio, No a La Escasez.” Magazine on Line WASTE.*

Suematsu, Guillermo León. (1995). *“Tratamiento de Aguas Residuales; Objetivos y Seleccion de Tecnologías En Función Al Tipo de Reuso.”*

Tchobanoglous, G., F. L. Burton, and H. D. Stensel. (2003). *“Wastewater Engineering Treatment and Reuse”*. Fourth Edi. IWA publishing.

# **ANEXOS**

**ANEXO I. VISTA PANORAMICA DE LA PTARD PISCO**

