



*“Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional”*

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**

*(Creado por ley N° 25265)*

## **ESCUELA DE POSGRADO**

*(Resolución N° 736 – 2005 - ANR)*



### **TESIS**

**EVALUACIÓN DEL VERTIMIENTO DE LÍQUIDO RESIDUAL  
Y CONCENTRACIÓN BIOLÓGICA POR LA EMPRESA DE  
TRABAJOS MARÍTIMOS S.A. EN EL ECOSISTEMA  
ACUATICO EN LA BAHIA DEL MAR CATA CATA, ILO -  
MOQUEGUA, AÑO 2015.**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: GESTION DE  
SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE EN  
MINERIA**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. WILMER ALONZO CARRERA CASTRO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO  
EN: GESTION DE SEGURIDAD,  
SALUD Y MEDIO AMBIENTE EN MINERIA**

**HUANCVELICA – PERÚ**

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creado por Ley N° 25265)

ESCUELA DE POSGRADO

(APROBADO CON RESOLUCIÓN N° 736-2005-ANR)



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Ante el Jurado conformado por los docentes: **MSc. Rodrigo HUAMANCAJA ESPINOZA**,  
**MSc. César Salvador GUZMAN IBÁÑEZ** y **MSc. Luis QUISPEALAYA ARMAS**.

**Asesor: MSc. Jorge WASHINGTON RODRIGUEZ DEZA**

De conformidad al Reglamento para Optar el Grado Académico de Magíster, de la Escuela de Posgrado, aprobado mediante Resolución Directoral N° 132-2017-EPG-R/UNH

El Candidato al **GRADO DE MAESTRO EN GESTIÓN DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE EN MINERÍA**.

Don, **Wilmer Alonzo CARRERA CASTRO**, procedió a sustentar su trabajo de Investigación titulado "EVALUACIÓN DEL VERTIMIENTO DE LÍQUIDO RESIDUAL Y CONCENTRACIÓN BIOLÓGICA POR LA EMPRESA DE TRABAJOS, MARÍTIMOS S.A. EN EL ECOSISTEMA ACUÁTICO, EN LA BAHÍA DEL MAR CATA CATA, ILO-MOQUEGUA, AÑO 2015".

Luego de haber absuelto las preguntas que le fueron formulados por los Miembros del Jurado, se dio por concluido al ACTO de sustentación, realizándose la deliberación y calificación, resultando:

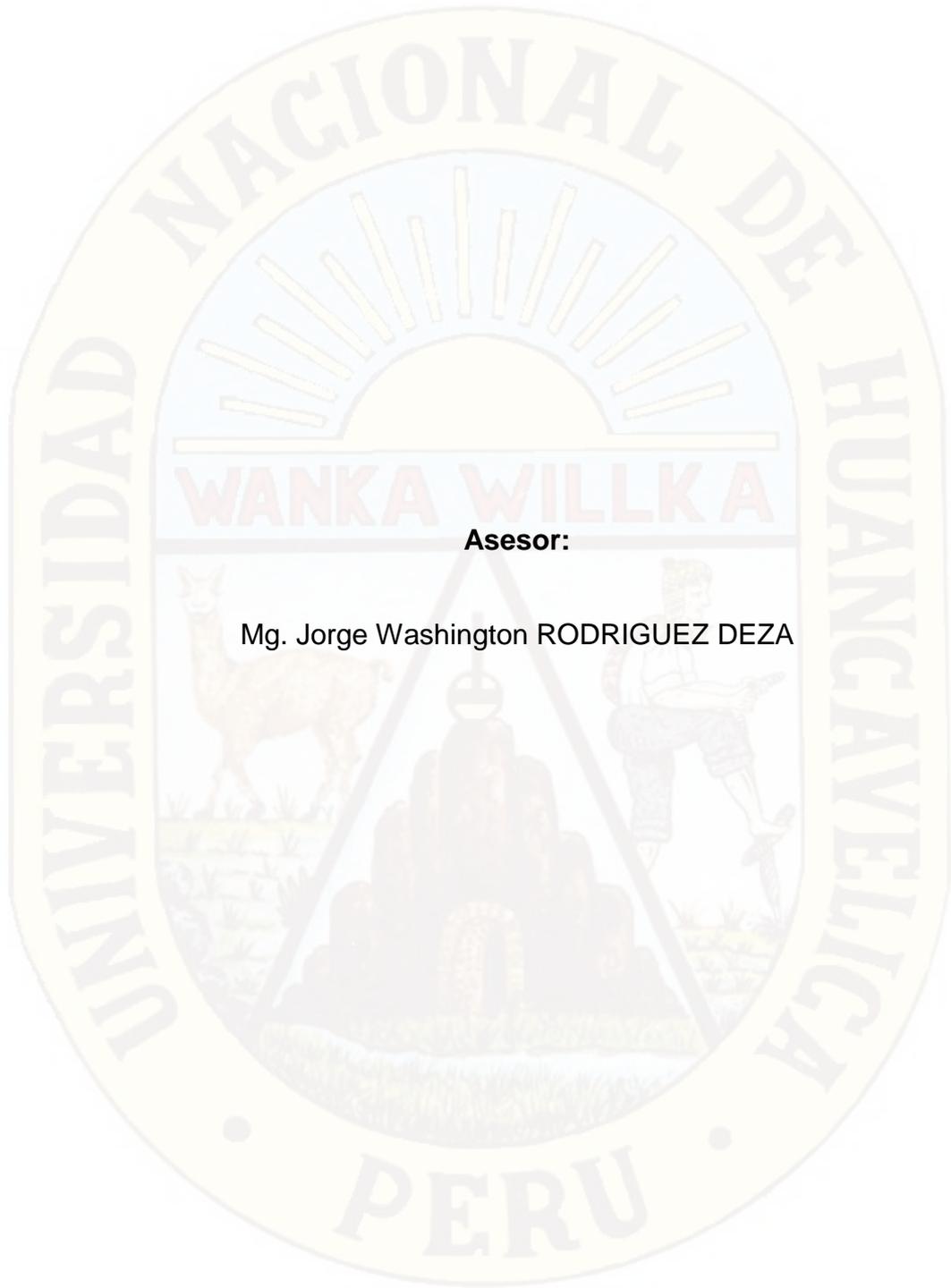
Con el calificado ..... *Aprobado por* .....  
..... *W. Alonzo* .....

Y para constancia se extiende la presente ACTA, en la ciudad de Huancavelica, a los quince días del mes de febrero del año 2018.

.....  
**MSc. Rodrigo HUAMANCAJA ESPINOZA**  
Presidente del Jurado.

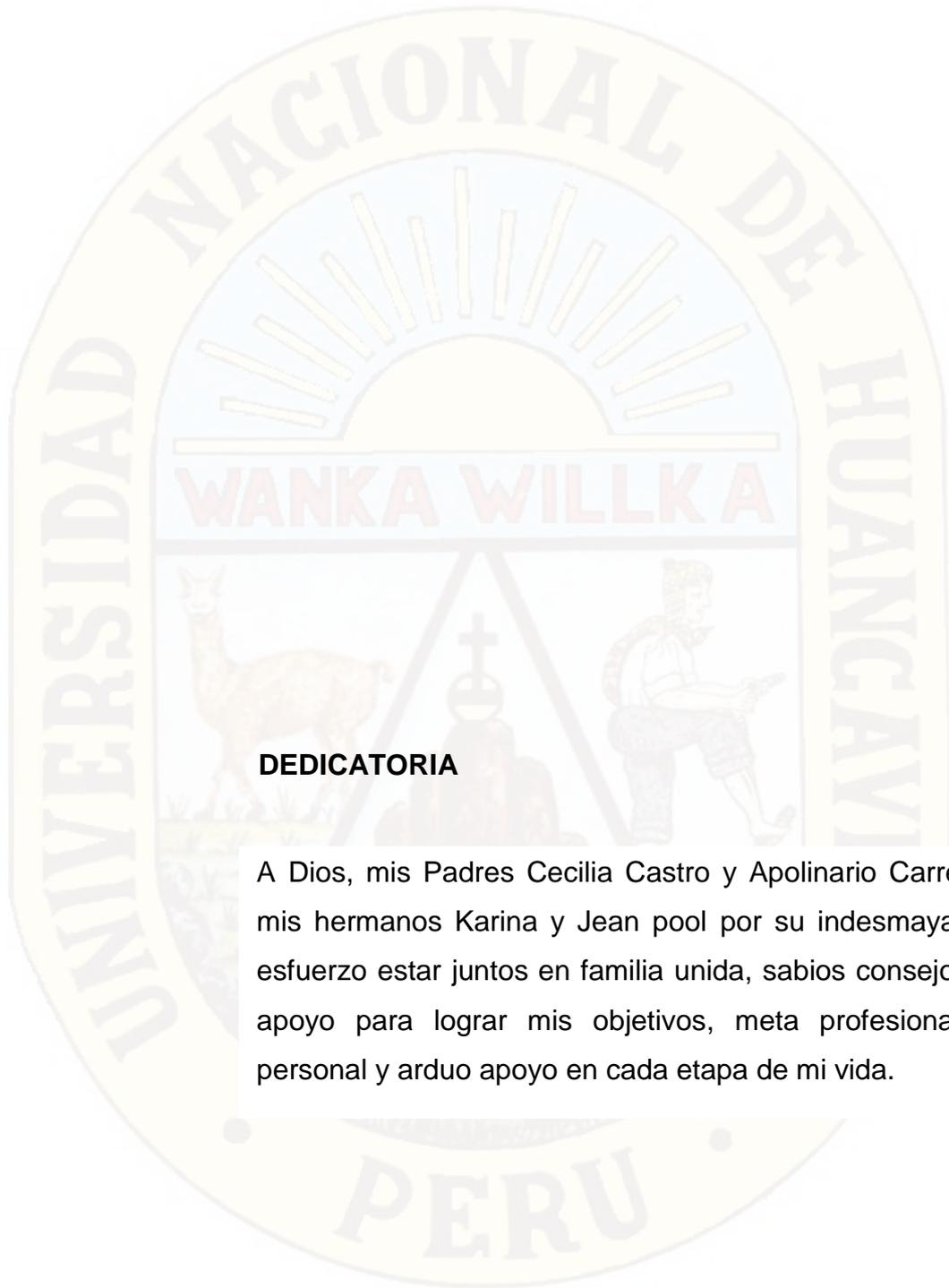
.....  
**MSc. Cesar Salvador GUZMAN IBÁÑEZ**  
Secretario del Jurado

.....  
**MSc. Luis QUISPEALAYA ARMAS**  
Vocal del Jurado



**Asesor:**

Mg. Jorge Washington RODRIGUEZ DEZA



### **DEDICATORIA**

A Dios, mis Padres Cecilia Castro y Apolinario Carrera, mis hermanos Karina y Jean pool por su indismayable esfuerzo estar juntos en familia unida, sabios consejos y apoyo para lograr mis objetivos, meta profesional y personal y arduo apoyo en cada etapa de mi vida.

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la planta de recepción, almacenamiento y embarque de productos de exportación marítima por Trabajos Marítimos S.A.; ubicado en la Bahía Cata Cata del Distrito y Provincia de Ilo, Departamento y Región de Moquegua; corresponde a la metodología cuantitativa; cuyo problema investigado ha sido: ¿Cuál es la influencia del vertido del efluente líquido de la Empresa Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático del mar de la bahía Cata Cata en la Provincia de Ilo, Moquegua 2015?, planteando como objetivo: Determinar la concentración de pH y el vertido del efluente líquido de la empresa en mención; cuya hipótesis fue: El vertido del efluente líquido de la empresa referida , influye negativamente en el ecosistema acuático del mar de la bahía Cata Cata.

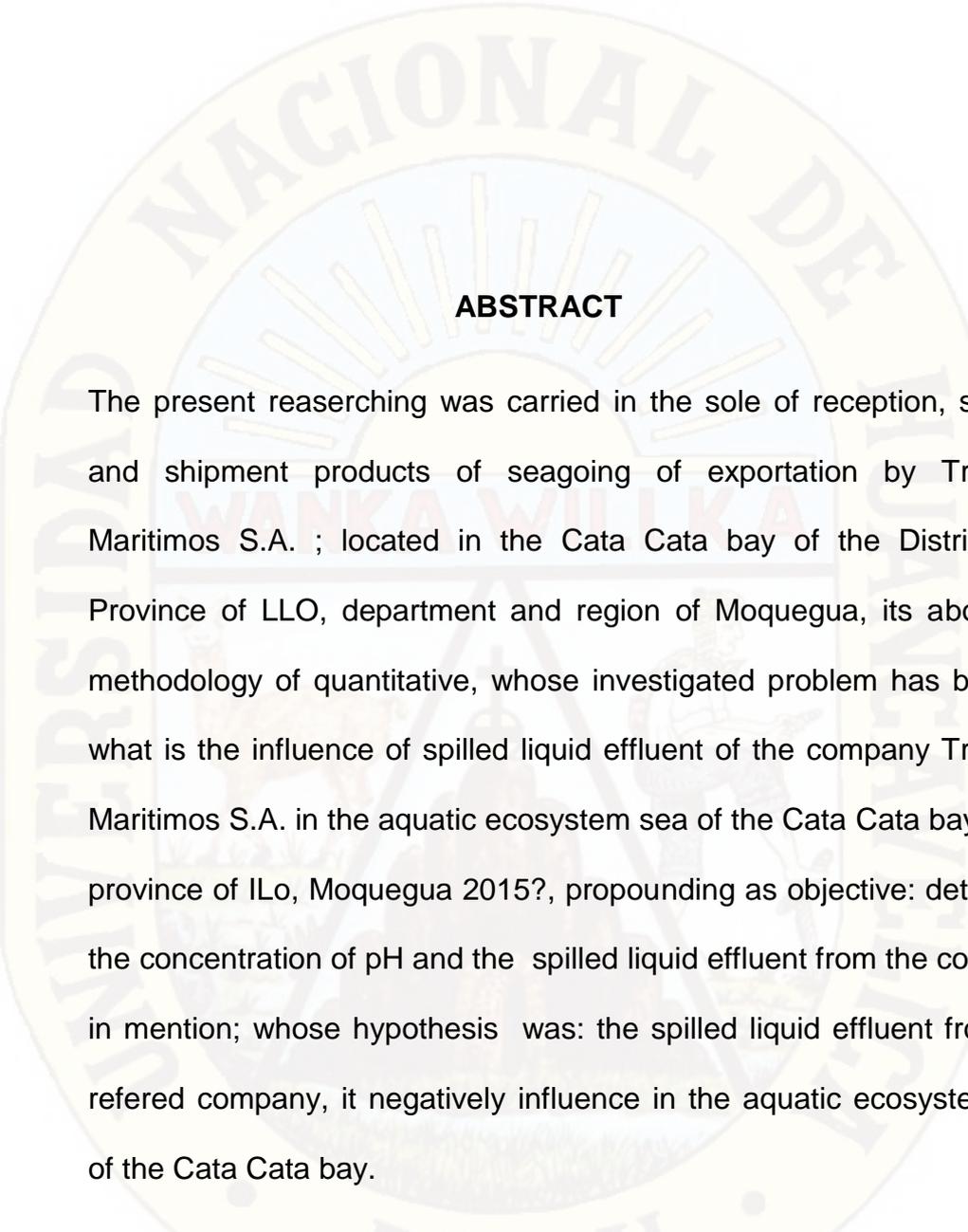
La investigación es aplicada tipo analítico, el nivel es explicativo, comprende un diseño no experimental, la población fue constituida por el agua de mar de la bahía Cata Cata, la muestra fue el efluente residual de Trabajos Marítimos y para el muestreo se estableció dos zonas puntuales de influencia de la actividad y el correspondiente

entorno; en referencia a lo mencionado, el desarrollo de la investigación obtiene los resultados que a continuación se describe:

- a) La estación de monitoreo AM-1, AM-2 y AM-3 que está influyendo negativamente en la calidad del agua del mar en Aceites y Grasas (3.5, 7.5 y 5 mg/L), Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5) (10.5, 13.5 y 12 mg/L) y Solidos Totales en Suspensión (35.5, 45 y 40.5) se mezclan con el cuerpo receptor incumpliendo el D.S. N° 002-2008-MINAM del Ministerio del Ambiente.
- b) La estación de EF- 1 (Exterior de las instalaciones de TRAMARSA - Ilo) los parámetros de Aceites y Grasas de 25 mg/L, Solidos Totales en Suspensión de 150 mg/L y Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5) de 75 mg/L encontrándose por encima de los límites máximos permisibles incumpliendo el D.S. N° 010-2008-PRODUCE LMP de efluentes de la Industria de Harina Aceite de Pescado y por los estándares de calidad ambiental D.S. N° 002-2008-MINAM.

Finalizando de acuerdo a la presentación de resultado de la calidad del agua es construcción implementando el sistema de tratamiento de efluente líquidos residuales evitando el vertimiento al cuerpo receptor previo tratamiento mencionado.

**Palabras clave:** Ecosistema acuático, Efluente, Líquido residual, Cuerpo receptor, Afluente, Concentración biológica, Vertimiento.



## ABSTRACT

The present reaserching was carried in the sole of reception, storage and shipment products of seagoing of exportation by Trabajos Maritimos S.A. ; located in the Cata Cata bay of the District and Province of LLO, department and region of Moquegua, its about the methodology of quantitative, whose investigated problem has been: ¿ what is the influence of spilled liquid effluent of the company Trabajos Maritimos S.A. in the aquatic ecosystem sea of the Cata Cata bay in the province of ILo, Moquegua 2015?, propounding as objective: determine the concentration of pH and the spilled liquid effluent from the company in mention; whose hypothesis was: the spilled liquid effluent from the refered company, it negatively influence in the aquatic ecosystem sea of the Cata Cata bay.

The researching is applied analytical kind, the level is explicative, encompass a no experimental design, the population was established by the water of the Cata Cata bay, the signboard was the residual effluent of Trabajos Maritimos S.A. and for the sampling was established 2 punctual zones influence of the activity and the

appropriate return, in reference about was mention, the development of the researching obtain the results and a continuation we are going to described:

- a) The monitoring station AM-1, AM2 and AM3 is influencing negatively in the quality water of the sea in oils and greases (3.5, 7.5 and 5 mg/L), demand biochemistry of oxygen (DBO5) (10.5, 13.5 and 12 mg/L ) and total solids of stopping (35.5, 45 and 40.5) Be mix with the receptor body defaulted the D.S. N° 002-2008-MINAM minister of the environment.
- b) The station of EF-1(outside of the installment of TRAMARSA- Ilo) the parameters of oils and greases of 25mg/L total solids in stopping of 150 mg/L and demand biochemistry of oxygen (DBO5) of 75 mg/L finding by over of the maximums limits permissibles defaulted the D.S. N° 010-2008-PRODUCELMP of effluent of the industry of fish oil fluor and for the standars of environment quality D.S. N° 002-2008-MINAM.

Finishing with this resolve to the presentation result the quality of water is implementing construction the system of residual effluent liquid of shedding of the receptor body previous treatment mentioned.

**Key words:** aquatic ecosystem, effluent, residual liquid, receptor body, affluent, biologic concentration, shedding.

## INDICE

	Pág.
PORTADA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	vi
INDICE.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE GRAFICOS.....	xiii
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xvi

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivo Especifico.....	6
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	7

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.2. BASES TEORICAS.....	34
2.3. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS.....	57
2.4. DEFINICIÓN DE TERMINOS.....	58
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	61
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	62

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	63
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	64
3.3. METODOS DE INVESTIGACIÓN.....	65
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	65
3.5. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	65
3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	76
3.7. TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.....	78
3.8. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DE HIPOTESIS.....	79

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	81
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	92
4.3. PROCESO DE PRUEBA DE HIPOTESIS.....	103
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>115</b>
<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>116</b>
<b>INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>121</b>
<b>BASE DE DATOS.....</b>	<b>121</b>

## LISTADO DE TABLAS

TABLA N° 1. Límites Máximo Permisible de Parámetros, según D.S. N° 010 - 2008 - MINAM.....	55
TABLA N° 2. ECA Categoría 4 de Parámetros, según D.S. N° 002 -2008 - MINAM.....	56
TABLA N° 3: ECA Categoría 2 de Parámetros, según D.S. N° 002 – 2008 - MINAM.....	56
TABLA N° 4: Operacionalización de Variables.....	62
TABLA N° 5: Coordenadas de la Ubicación del área acuática del Terminal de Líquidos de TRAMARSA Datum WGS – 84.....	69
TABLA N° 6: Descripción y ubicación de puntos de Monitoreo de Agua de Mar y Efluente Líquido Terminal de Ilo (TLT) TRAMARSA.....	75
TABLA N° 7: Descripción y ubicación de puntos de Monitoreo de agua de mar de bahía de Cata Cata y Efluente líquido de TLT TRAMARSA.....	83
TABLA N° 8: Resultados de medición de campo (Temperatura y pH).....	84
TABLA N° 9: Resultados de concentración de Aceites y Grasas.....	86
TABLA N° 10: Resultados de concentración de Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5).....	88
TABLA N° 11: Resultados de concentración de Sólidos Totales en Suspensión (TSS).....	90
TABLA N° 12: Resultados de concentración de los parámetros biológicos.....	93

TABLA N° 13: Resultados de los parámetros biológicos que presentan altas concentraciones.....	94
TABLA N° 14: Presupuesto de costo total de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domestico.....	100
TABLA N° 15: Presupuesto para la Implementación de una Planta de Tratamiento de agua residuales domestico y/o biológico del Terminal de Ilo TRAMARSA.....	101
TABLA N° 16: Cuadro de especificación técnica del equipo medición de la calidad del agua del Mar - Multiparametro y Termómetro.....	122
TABLA N° 17: Cuadro de especificación técnica del equipo medición de la calidad del agua del Efluente Liquido - Multiparametro y Termómetro.....	122

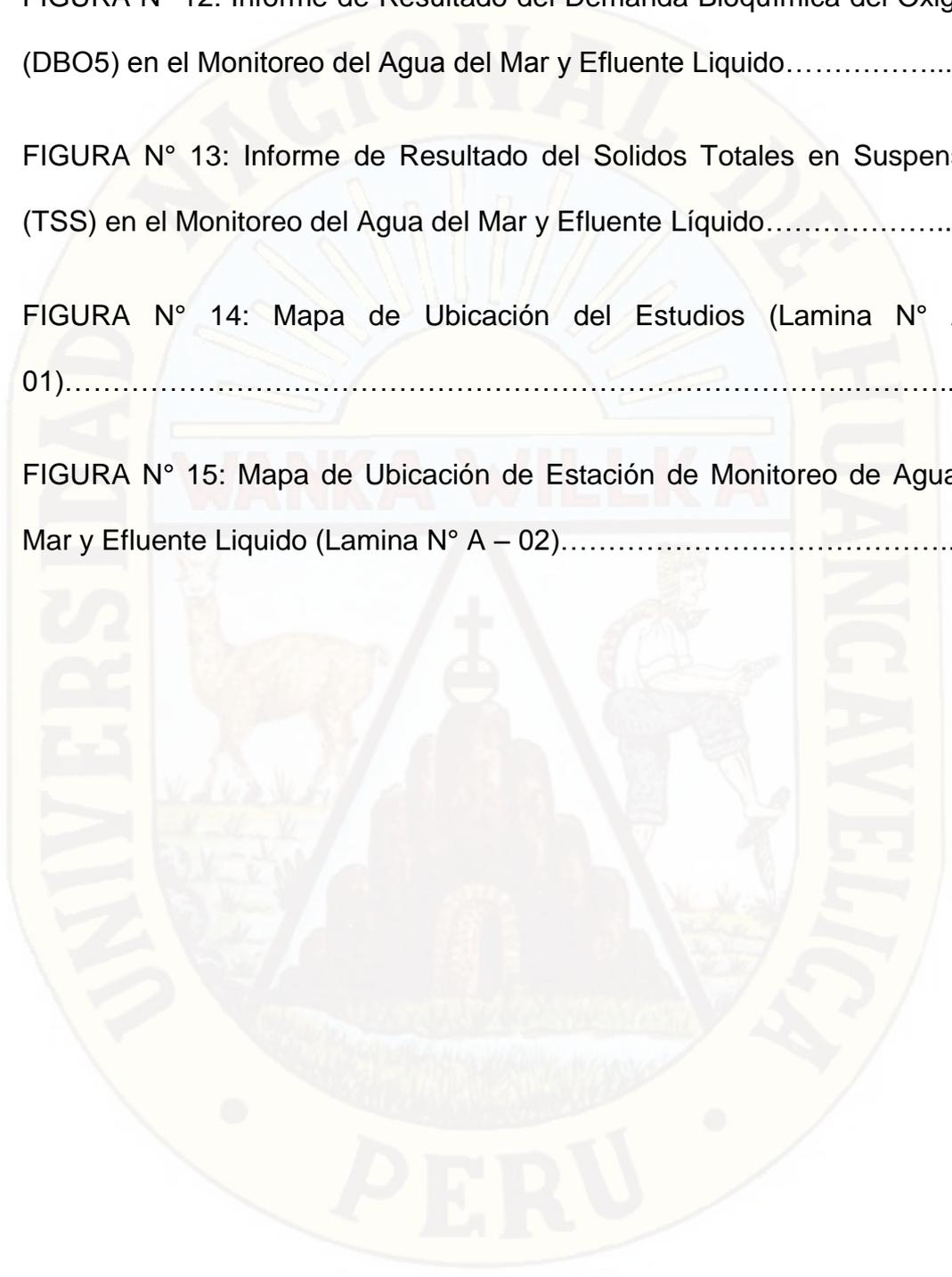
## LISTADO DE GRAFICOS

GRAFICO N° 1: Procesos del Terminal de Líquidos (TLT) TRAMARSA.....	73
GRAFICO N° 2: Resultados de la concentración de pH.....	85
GRAFICO N° 3: Resultados de la concentración de Aceites y Grasas.....	87
GRAFICO N° 4: Resultados de la concentración de Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5).....	89
GRAFICO N° 5: Resultados de la concentración de Sólidos Totales en Suspensión (TSS).....	91
GRAFICO N° 6: Determinación de lectura en prueba de Hipótesis del pH.....	103
GRAFICO N° 7: Determinación de lectura en prueba de Hipótesis del Aceites y Grasas.....	104
GRAFICO N° 8: Determinación de lectura en prueba de Hipótesis de Sólidos Totales en Suspensión TSS.....	105
GRAFICO N° 9: Determinación de lectura en prueba de Hipótesis de la Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5).....	106

## LISTADO DE FIGURAS

FIGURA N° 1: Mapa de ubicación del área de estudio TRAMARSA – ILO .....	4
FIGURA N° 2: Puntos de Monitoreo en el Mar Bahía Cata Cata.....	47
FIGURA N° 3: Ficha de cadena de custodia de medición In situ muestreo de Calidad del Agua del Mar de la Bahía Cata Cata (Estación AM - 1 y AM - 2).....	123
FIGURA N° 4: Ficha de cadena de custodia de medición In situ muestreo de Calidad del Agua del Mar de la Bahía Cata Cata (Estación AM-3).....	124
FIGURA N° 5: Ficha de cadena de custodia de medición In situ muestreo de Efluente Líquido Tramarsa exterior (Estación EF-1).....	125
FIGURA N° 6: Ubicación satelital Muestreo en el Mar en el Bahía Cata Cata.....	126
FIGURA N° 7: Ubicación satelital Muestreo del Efluente Líquido Tramarsa.....	126
FIGURA N° 8: Informe de Resultado de Monitoreo del Agua del Mar....	127
FIGURA N° 9: Informe de Resultado de Monitoreo del Efluente Líquido..	128
FIGURA N° 10: Informe de Resultado del pH en el Monitoreo del Agua del Mar y Efluente Líquido.....	129
FIGURA N° 11: Informe de Resultado del Aceite y Grasas en el Monitoreo del Agua del Mar y Efluente Líquido.....	130

FIGURA N° 12: Informe de Resultado del Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5) en el Monitoreo del Agua del Mar y Efluente Líquido.....	131
FIGURA N° 13: Informe de Resultado del Solidos Totales en Suspensión (TSS) en el Monitoreo del Agua del Mar y Efluente Líquido.....	132
FIGURA N° 14: Mapa de Ubicación del Estudios (Lamina N° A - 01).....	133
FIGURA N° 15: Mapa de Ubicación de Estación de Monitoreo de Agua de Mar y Efluente Líquido (Lamina N° A – 02).....	134



## INTRODUCCIÓN

El agotamiento se agrava cuando lo hace el terminal o industria de otro sector influenciado hacia el mar. Cata Cata de Ilo como es el impacto hacia los cuerpos del agua en mención que produce una cantidad de residuos y productos que pueden causar la muerte especies acuáticas del mar.

Cuando se usan elementos químicos, físicos y/o biológicos hay un fenómeno por decir así que produce el incremento de la contaminación de cuerpos de agua del mar. Entonces tratemos de responder a la pregunta que hacer, con este gran problema, de quien depende, de las leyes, reglamentos, en la mayoría de los países los gobiernos fracasaban al exigir a la empresa terminal y/o industrias a pagar los costos asociados a muchos impactos post-operacionales. Muchos de estos costos externos sólo podían ser internalizados a través de procesos de litigación y la evaluación de costos de tratamiento. Especialmente los muy costosos que involucren problemas de calidad de agua de largo plazo, fueron muchas veces imprevistos, dejando al gobierno con fondos insuficientes para comenzar una limpieza, caso del área del mar del callao.

A pesar de que a muchos nos gustaría que la mayoría de los cuerpos de agua presentaran una buena calidad, la realidad es que el hombre ha ido introduciendo modificaciones para poder utilizar el agua para su provecho y que han llevado a la alteración de la calidad natural del agua, esto hace que

no sea parcial o totalmente adecuada para la aplicación o uso que se destine.

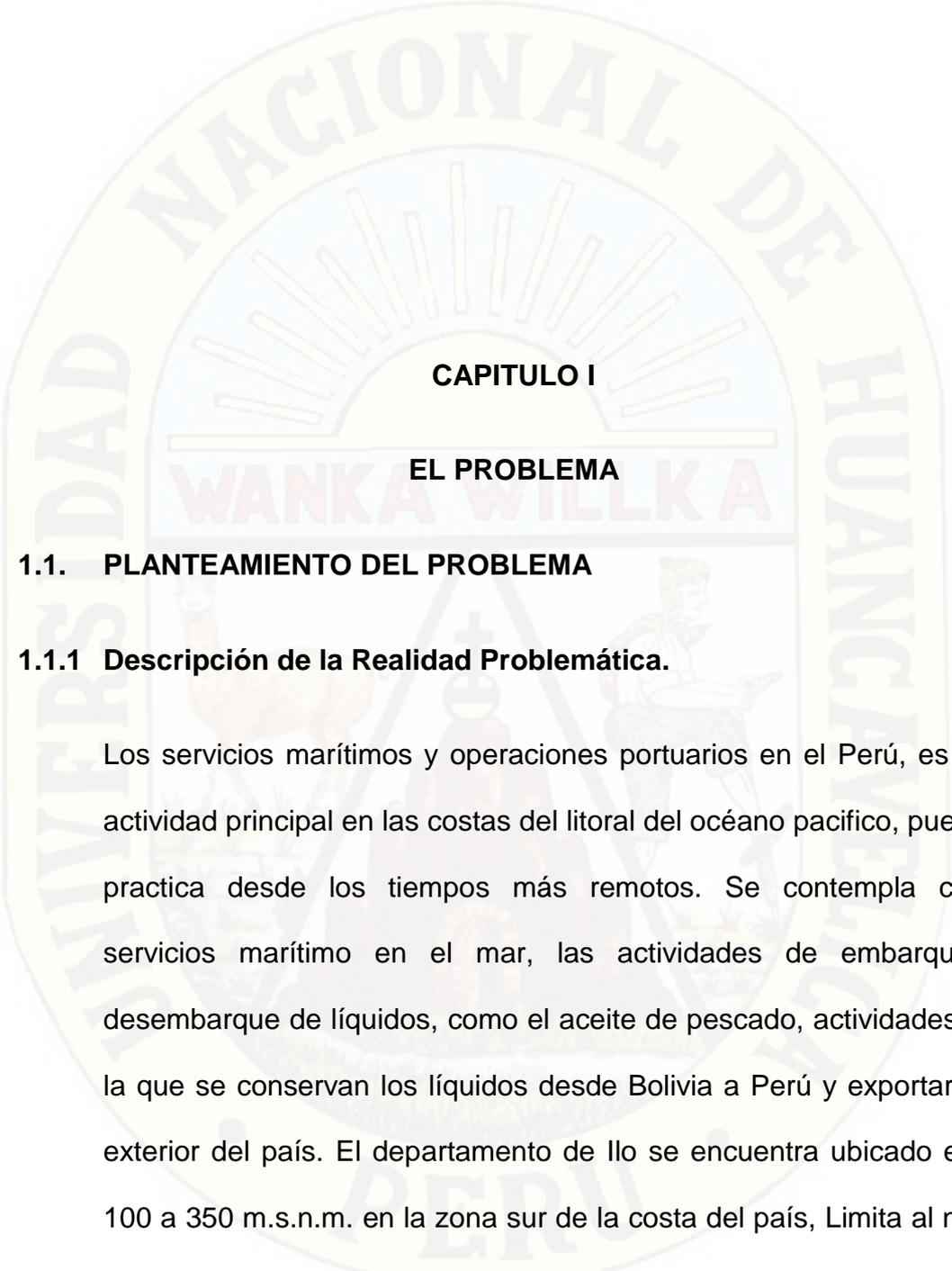
La tesis que se presenta a continuación tiene como objetivo primordial de Determinar el grado de influencia del efluente líquido (residual) del Terminal de Líquidos Tramarsa S.A. en el ecosistema acuático del mar Cata Cata de Ilo. El objetivo se fundamenta en la importancia de la gestión ambiental integral, que es de adopción voluntaria para las empresas, puesto que prefija objetivos ambientales de alto valor para la sociedad tales como "mantener la prevención de la contaminación y la protección del ambiente en equilibrio con las necesidades socioeconómicas". Está claro que la adopción de ciertas metodologías de gestión ambiental y de la mejor tecnología disponible puede contribuir a un mejor desempeño ambiental.

La presente tesis está organizada en cuatro capítulos: en el primer capítulo se menciona el problema, objetivos que se desea alcanzar y la justificación necesaria del problema; el segundo capítulo hace referencia al marco teórico, el cual también incluye los antecedentes de la investigación y definición de términos, mencionados a lo largo del desarrollo del estudio; en el capítulo tercero se observa la metodología de la investigación empleada para la consecución de los resultados, en ella podemos apreciar el tipo de investigación, el diseño, población, muestra y muestreo de estudio, las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, y una descripción de la prueba de hipótesis; en el último capítulo hallamos la presentación de resultados, reflejados en presentación, discusión de resultados y proceso de

hipotesis en la Evaluación del efluente líquido del Terminal Marítimo Tramarsa S.A. y su influencia en el sistema acuático del mar Cata Cata de Ilo.

Finalmente, se detallan a modo de conclusiones y recomendaciones, las principales aportaciones de la investigación a la influencia negativa del efluente líquido al ecosistema acuático del mar de Cata Cata de Ilo, las instituciones que deben velar con la conservación de dicho mar y para la sociedad circundante.

El Autor



## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

##### 1.1.1 Descripción de la Realidad Problemática.

Los servicios marítimos y operaciones portuarios en el Perú, es una actividad principal en las costas del litoral del océano pacifico, pues se practica desde los tiempos más remotos. Se contempla como servicios marítimo en el mar, las actividades de embarque y desembarque de líquidos, como el aceite de pescado, actividades por la que se conservan los líquidos desde Bolivia a Perú y exportarlo al exterior del país. El departamento de Ilo se encuentra ubicado entre 100 a 350 m.s.n.m. en la zona sur de la costa del país, Limita al norte con Ica, al sur con Arequipa, al este con Puno y al oeste con Lima.

El Distrito de Ilo del departamento y región de Moquegua, lugar donde se ubica la Empresa de TRAMARSA Terminal de Ilo.

Ilo, es conocida por los trabajos marítimos y portuarios de empresas del estado y concesionario de empresas privadas en el embarque de líquidos de aceite de pescado.

La Empresa de Trabajos Marítimos S.A. TRAMARSA, es una terminal de Líquidos, se instala a mediados de junio del año 1994 con la finalidad de almacenamiento y embarque de líquidos de 210,000 TM anuales procedentes de Bolivia y Perú, se determina, hasta la actualidad de tratar los líquidos con san guajes y aceites de pescados, alcohol entre otros más con contenidos de aceites, grasas, coliformes fecales, termo tolerantes, sólidos totales en suspensión los que fueron acumulados en las cercanías de los cause de las Bahías de Cata Cata del océano pacifico del lugar específico del terminal de Ilo.

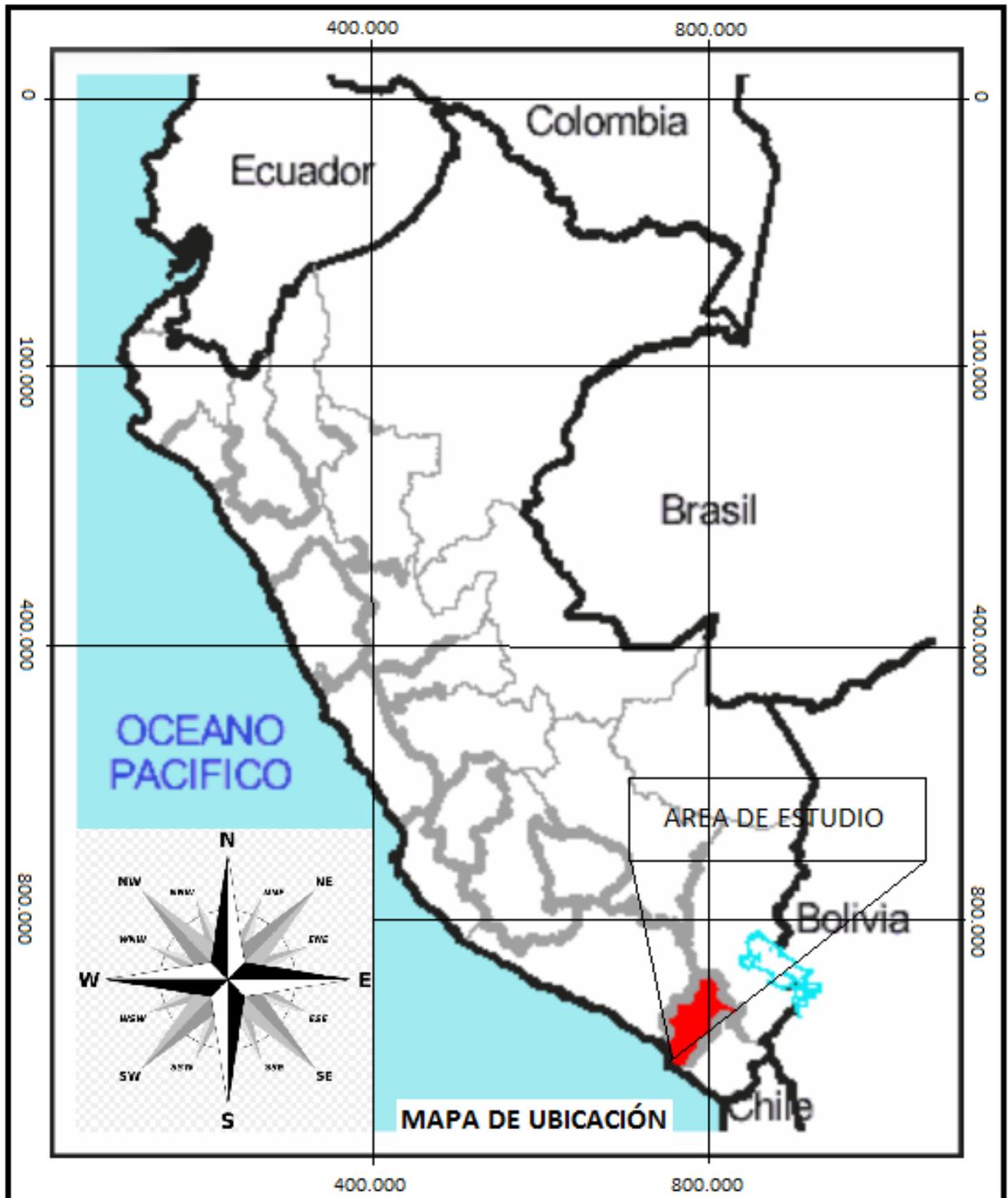
El crecimiento de las diversas industrias y artesanales marítimas, han ocasionado la descarga de enormes cantidades de aguas de efluentes líquidos en el mar, causando contaminación hasta el grado de no poder utilizarse para el uso doméstico. Al respecto León (1992), reporta que, la contaminación acuática se ha incrementado a través del tiempo; siendo los ríos, lagunas y mar los receptores finales de las evacuaciones de efluentes líquidos de actividades marítimas y artesanal.

En tal sentido fue de gran utilidad realizar la investigación, para conocer a ciencia cierta, cuáles son los indicadores reales que afectan

a la concentración acuática de la Bahía Cata Cata, en Ilo, departamento de Moquegua, ya que la información que se dispone es de carácter informal y no comprobado.



Figura N° 1: Mapa de ubicación del área de estudio TRAMARSA - ILO



Fuente: Elaboración Propia, 2016

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo influye la evaluación del vertido del efluente líquido residual y concentración biológica en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata por la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en Ilo – Moquegua, año 2015?

### **1.2.2. Problema Específico**

- a. ¿Cuál es el rango de pH del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015?
- b. ¿Cuánto es la concentración biológica en el área de influencia del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015?

### **1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar el vertido del efluente líquido residual y concentración biológica en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata por la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en Ilo – Moquegua, año 2015

#### **1.3.2 Objetivo Especifico**

- a) Determinar el rango de pH del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015.
- b) Determinar la concentración biológica en el área de influencia del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

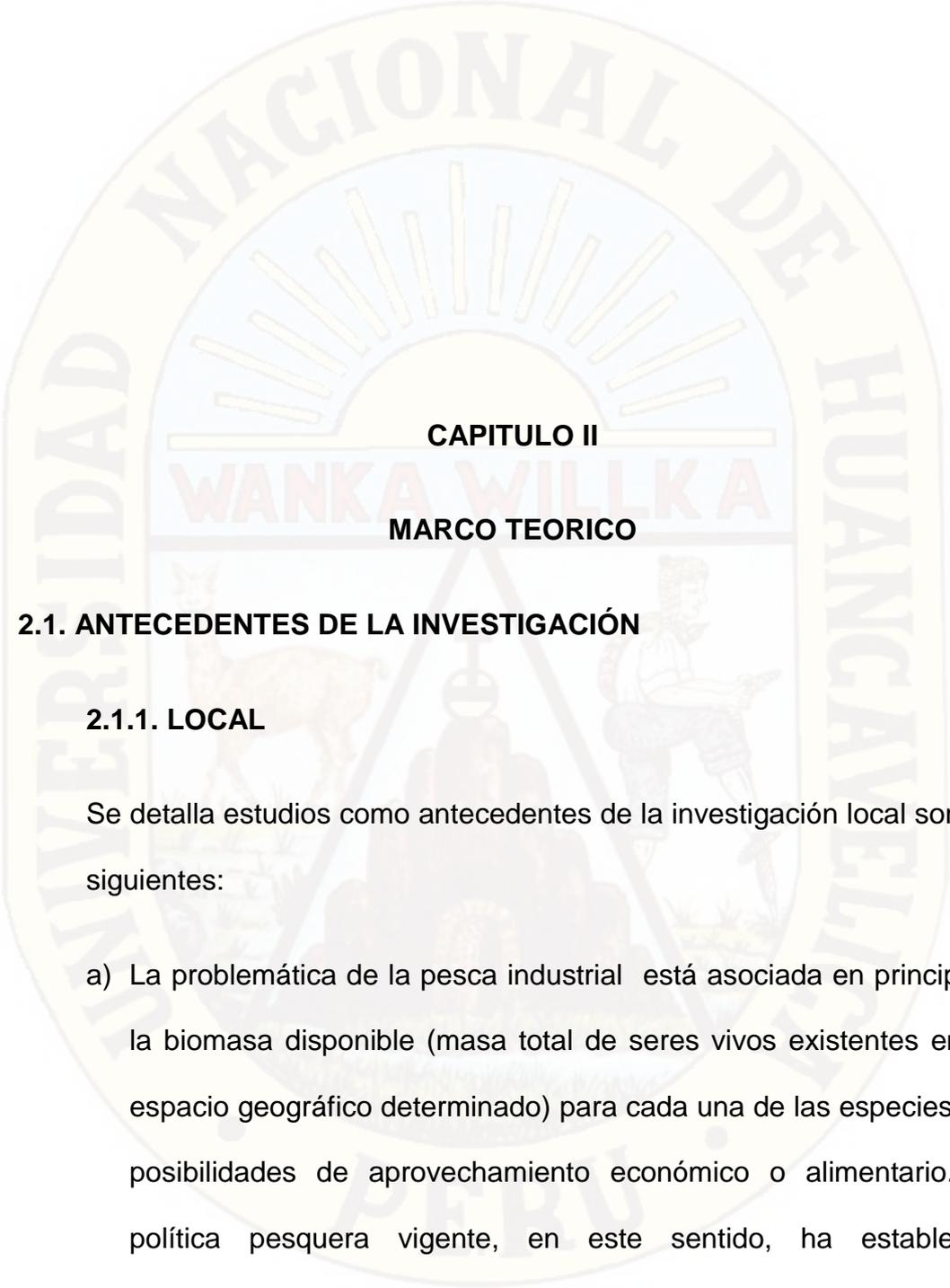
El trabajo de Investigación se origina como efecto de la contaminación del mar de la bahía Cata Cata, de la provincia de Ilo, departamento de Moquegua, por la Empresa Trabajos Marítimos S.A.; en el transcurso de los últimos veinte cinco años de actividad marítima que tienen afluencia de sus aguas. Además por la falta de estudios de Investigación concerniente al tema de la concentración de biológico en el agua del mar, pues permitió aclarar cuál es la concentración biológico que tiene el agua de mar de la bahía Cata Cata, de Ilo en el punto de muestreo que se realizaron.

El estudio planteado permitió establecer, entre otros aspectos, la concentración del efluente líquido que vierte la Empresa Trabajos Marítimos S.A., para lo cual la información recabada nos dio el sustento del objetivo principal, que viene a ser el aumento del pH y la concentración biológica y su grado de influencia en el ecosistema acuático del agua del mar de la bahía Cata Cata.

La obtención de resultados sirvió de información como propuesta de control ambiental para mitigar el efluente contaminante, así mismo como fuente de información para el interés de los posteriores investigadores. Siendo el desarrollo del presente trabajo importante porque contribuirá a contrastar la realidad con otras empresas que

tienen el mismo problema con el objetivo de disminuir los impactos ambientales.





## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. LOCAL**

Se detalla estudios como antecedentes de la investigación local son los siguientes:

- a) La problemática de la pesca industrial está asociada en principio a la biomasa disponible (masa total de seres vivos existentes en un espacio geográfico determinado) para cada una de las especies con posibilidades de aprovechamiento económico o alimentario. La política pesquera vigente, en este sentido, ha establecido mecanismos muy rigurosos para evitar que la extracción supere la capacidad de determinada pesquería para renovarse y permitir su explotación en el largo plazo.

Los dos principales factores que afectan la biomasa son la sobreexplotación y los fenómenos ambientales. En ambos casos, sus efectos afectan de manera diferenciada a las especies existentes, como ocurrió con el fenómeno El Niño en 1997-1998, que si bien disminuyó la biomasa de especies como anchoveta, sardina y caballa, sus efectos no fueron tan graves como en el caso del jurel, especie que casi desapareció del mar peruano. La sobreexplotación es consecuencia del sobredimensionamiento de la capacidad de flota y procesamiento de la industria de harina y aceite de pescado, lo que ocasiona una fuerte presión sobre las especies plenamente explotadas, principalmente anchoveta y sardina.

Las posibilidades de lograr un mayor aprovechamiento del potencial pesquero para mejorar la alimentación nacional son limitadas. Actualmente las especies más importantes, como anchoveta, sardina y merluza, han sido declaradas como plenamente explotadas, lo que significa que las autoridades competentes limitarán el acceso a su explotación con incidencia directa en la pesca industrial. **Municipalidad Provincial de Ilo (2006).**

b) Las operaciones minero metalúrgicas que se vienen desarrollando al sur en las zonas de Toquepala, Cuajone e Ilo durante más de cuarenta años, han ejercido y ejercen impactos negativos en el ambiente, comprometiendo el ecosistema marino costero. Como

consecuencia de ello, el litoral costero de Ilo (Tacna) presenta un grave deterioro, que se manifiesta en un impacto físico-químico de su línea de playa y por ende los recursos del hábitat intermareal rocoso, submareal y béntico, y como consecuencia la pesca artesanal ha sido seriamente afectada. De allí, que los estudios realizados por IMARPE en el marco del Plan de Acción del Pacífico Sudeste, la hayan calificado como un área de “contaminación grave” por estos agentes contaminantes.

Los efectos van desde la desaparición de los ecosistemas naturales que existían como hábitat de estos importantes recursos hidrobiológicos en las áreas en estudio hasta la disminución de la densidad poblacional actual. Los criterios de evaluación ecotoxicológica han mostrado contenidos metálicos en algunos recursos bentónicos costeros, tales como el chorito (*Semimytilus algosus*) y en sedimentos.

Los sedimentos pueden actuar como portadores y fuentes posibles de contaminación porque los contaminantes no quedan permanentemente retenidos y pueden ser liberados a la columna de agua por cambios en las condiciones ambientales tales como pH, potencial redox, oxígeno disuelto o la presencia de coloides orgánicos. **(Instituto del Mar del Perú 2001).**

c) El área de estudio se encuentra ubicada en el extremo sur de nuestro litoral, en el cual no se programan épocas de Veda, por sus características bio ecológicas. Entre las dos Plantas Pesqueras, ubicadas en la zona denominada Cata Cata, de la localidad de Ilo.

La Pesquera Hayduk y la Pesquera Promasa, ubicadas entre los paralelos 17° 40' 00" y 17° 41' 00" de Latitud Sur, se encuentran en funcionamiento desde hace unos 10 años, produciendo harinas especiales.

Elevados volúmenes o concentraciones de residuos orgánicos vertidos al ambiente con llevan al deterioro de la salud pública y de los recursos naturales y pueden obstaculizar el potencial del crecimiento de largo plazo de un país. El banco mundial, la FAO y las organizaciones ambientales han venido ejerciendo creciente presión sobre el Perú para que utilice sus recursos pesqueros de una manera sostenible.

En términos de flujos las aguas de bombeo y la sanguaza son los efluentes de mayor volumen creado en una planta harinera. Las bodegas de las embarcaciones llenas de pescado bombean agua de mar a su interior creando un fluido que se puede bombear a la Planta por medio de tuberías submarinas. Actualmente, luego de entregar el pescado a la planta, el agua de bombeo se descarta directamente al mar en la mayoría de las plantas harineras, y es una fuente mayor de

pérdidas y contaminación para ellas. **(Jesus Espinoza Salvador. 2005).**

### **2.1.2. NACIONAL**

Se detalla estudios como antecedentes de la investigación nacional son los siguientes:

- a) El mar peruano está caracterizado por un sistema de circulación complejo conformado por corrientes marginales superficiales y sub superficiales. Este sistema de corriente forma parte del movimiento ciclónico del Pacífico Sur. Desde la década de los años 30 del siglo pasado se reconoció la existencia de dos ramales que conforman la corriente peruana, la Corriente Costera Peruana (CCP) y la Corriente Oceánica Peruana (COP) (Zuta & Guillén, 1970). Se distinguen masas de aguas provenientes de cuatro regiones climáticas del Océano Pacífico (ecuatorial, subtropical, sub antártica y antártica) que ingresan al mar peruano mediante flujos horizontales del sur y del norte, acompañados de mezclas horizontales a gran escala.

Las masas de aguas que influyen de manera predominante en la costa central del Perú son las ATS con salinidad mayor a 35,1 UPS que se extiende en la mayor parte de la costa con variaciones estacionales de acercamiento a la costa, así en otoño y primavera se acerca a la costa

frente a Chimbote y Callao. Otra masas de agua de gran influencia en esta parte del mar peruano son las ACF cuya salinidad fluctúa entre 34,8 y 35,1 UPS, a diferencia de la masa de agua anterior, esta es rica en nutrientes por efecto del afloramiento costero.

Otro factor oceanográfico y atmosférico que afecta los recursos pesqueros es el fenómeno El Niño. Este afecta a tal grado que cambia drásticamente la flora y fauna marina dominante. La característica más dominante del fenómeno de El Niño es la elevación de la temperatura del agua de mar, sobre todo en la capa superficial. Cuanto más intenso es este fenómeno mayor es la elevación de la temperatura por tanto existe más alteración de la vida en el mar. El fenómeno de El Niño 1997-98 se le consideró como el de mayor intensidad de lo registrado hasta entonces (Zebiak, 1999) y el sector productivo más afecta es el de la pesca tanto industrial como artesanal. **(Roberto Quesquén Fernández, 2011).**

b) En Lima, Cabrera, C. (2002), realizó el trabajo de investigación titulado ***Estudio de la Contaminación de las aguas costeras en a Bahía de Chancay: propuesta de recuperación***, cuyo objetivo general fue, comparar la magnitud y el impacto de la contaminación en las aguas costeras de la bahía de Chancay, durante periodos con o sin vedas.

Así mismo, planteo los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las fuentes de contaminación natural y antropogénica en la bahía de Chancay.
- Evaluar el impacto causado por la contaminación de la industria de harina de pescado.

Las hipótesis planteadas por Cabrera, se mencionan a continuación:

H1.- La contaminación de las aguas costeras de la bahía de Chancay es causada por los residuos líquidos de la industria de harina de pescado (RILs), los cuales generan un impacto ambiental.

H2.- El impacto ambiental generado por los residuos líquidos industriales y residuos líquidos urbanos se manifiestan en los cambios que experimentan la Temperatura, Salinidad, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nutrientes, Grasas, coliformes, Fitoplancton, macrobentos en el agua de mar y sedimentos marinos.

H3.- Las aguas costeras de la bahía de Chancay que se encuentran contaminadas, pueden ser recuperadas mediante propuestas que incluyen la gestión de efluentes industriales y

urbanos, la participación ciudadana y la implementación de normas sobre calidad de aguas costeras.

Las conclusiones a que arriba el investigador, fueron:

- 1) El análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que el impacto de los contaminantes orgánicos en las aguas costeras de la bahía de Chancay es severo, por la disminución en los tenores de oxígeno, el incremento en las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno, grasas y aceites muy por encima de las normas legales vigentes.
- 2) Durante la veda impuesta por el Ministerio de Pesquería, se puede percibir que las aguas costeras de la bahía de Chancay, se muestran claras y limpias, que muestran una lenta recuperación.
- 3) Las fuentes de mayor contaminación están constituidas por los vertimientos de la industria de harina de pescado, las cuales por su naturaleza resultan siendo nocivas para el ecosistema marino.
- 4) Los residuos líquidos de una industria pesquera contribuyen con el 98.5% de la carga orgánica, a las aguas costeras de la

bahía de Chancay, luego le siguen los residuos urbanos con 1.5%.

- 5) De acuerdo al patrón de distribución de las corrientes marinas, se puede deducir que el flujo de corrientes hacen que los contaminantes orgánicos se presenten en todo el interior de la bahía de Chancay, con altas concentraciones en estaciones cercanas a la orilla y disminuyendo mar afuera y a mayores profundidades.
- 6) El impacto socio económico es considerado como severo, por el deterioro de áreas recreativa, áreas turísticas y playas, las mismas que representan un costo para la sociedad (pérdida de ecosistemas) que afectan las condiciones sanitarias y la balneabilidad de la zona.
- 7) El impacto en la salud de la población de Chancay percibida mediante encuesta, se considera severo por la incidencia de enfermedades respiratorias e infecciones gastrointestinales reportadas por el Hospital de Chancay.
- 8) En la presente investigación, se ha estimado conveniente comparar los resultados con normas vigentes como la Ley General de Aguas (D.L. 17752), e incluso con a R.M. N°478-94, los valores promedio de productividad para las aguas

costeras del Mar peruano, según Zuta y Guillen; y otras; comprobándose que estos resultados están por encima de las normas mencionadas.

9) La propuesta de recuperación formulada por el suscrito, da a conocer instrumentos de gestión como la Gestión de efluentes de la industria pesquera, la Gestión de efluentes urbanos, programas de participación ciudadana, Programa de Monitoreo Ambiental y la implementación de una estrategia de política ambiental, que nos lleve a formular una nueva norma de calidad de aguas marinas.

10) La viabilidad técnica económica de las propuestas planteadas dependerán de su relación costo/beneficio y el grado de concertación entre los diversos actores del desarrollo de la ciudad de Chancay, para el logro de la calidad ambiental.

11) Con este nivel de información proporcionada por el Tesista, es factible que se encuentren numerosas oportunidades para prevenir la contaminación de las aguas costeras de la bahía de Chancay.

c) En Piura, Vallejo, A. (2010), realizó la tesis titulada ***Niveles de contaminación en el Litoral Sur de la Bahía de Talara por aceites – grasas y metales pesados.*** El estudio tiene como

objetivo, determinar el nivel de contaminación en el litoral sur de la bahía, para lo cual se analizaron los contaminantes: aceites y grasas por el método partición infrarrojo, y metales pesados por espectrometría de emisión atómica.

Las informaciones concernientes a la toma de muestras y análisis, fueron obtenidos de la empresa Petróleos del Perú S.A. – Talara.

Después de las épocas estacionales del estudio, y tras la evaluación de los resultados obtenidos, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

- 1) Los valores de temperaturas hallados, se encuentran dentro de los rangos característicos de la temperatura superficial del mar (TSM) para la costa peruana, esto debido a que las condiciones oceanográficas entre las épocas verano 2003 – otoño 2007 fueron normales, no existiendo la presencia del fenómeno “El Niño”. El litoral sur de la bahía de Talara no presentó una contaminación térmica en ninguna de las épocas estacionales.
- 2) El parámetro pH dentro del estándar de calidad ambiental de la Ley General de Aguas, no registra valor alguno para la clase VI, sin embargo, sí registra valores para la clase IV y V donde los rangos son mucho más exigentes (6,0 a 8,5). Los valores

determinados de pH, se encuentran dentro de este rango y no ejercen influencia sobre los recursos marinos.

- 3) Los valores determinados de conductividad eléctrica, se encuentran por encima del valor frecuente y característico de la conductividad en el agua de mar (45 000  $\mu\text{mhos/cm}$ ). Debido a la influencia directa de concentraciones de sólidos totales disueltos, que suministran mayor conducción de carga eléctrica en el medio acuático.
- 4) A pesar de que la producción de la actividad pesquera fue en aumento, el consumo de oxígeno disuelto en el litoral, no presentó disminución alguna, lo que implica que no hay influencia directa de esta actividad contra la oxigenación de la bahía. Se encontraron niveles aceptables de oxígeno y una distribución muy homogénea en todas las épocas estacionales, sin haberse obtenido ningún valor menor a 4,0 mg/l que es el valor mínimo para el estándar de calidad acuática.
- 5) De los estándares de calidad para aceites y grasas, la Ley General de Aguas para la clase VI, no establece valores máximos para la calidad de agua, pero para la clase III que es más exigente, el límite establecido es 0,50 mg/l. Determinando nuestros valores por debajo de este límite.

- 6) De los estándar de calidad para el mercurio es de 0,0002 mg/l de la Ley General de Aguas, clase VI, los resultados de los análisis efectuados reportan valores mayores a los estándares de calidad ambiental. Por consiguiente, con los valores obtenidos no es factible preservar los recursos hidrobiológicos y son perjudiciales para la bahía.
- 7) Los estándares de calidad para el plomo, clase VI de la Ley General de Aguas, estipula un valor máximo tolerable de 0,03 mg/l. En el estudio, los resultados promedios obtenidos se encuentran muy por debajo del límite fijado. Por lo cual, el litoral sur de la bahía de Talara no tiene influencia contaminante, por presencia de plomo.
- 8) Los niveles de cromo, no han tenido influencia de las actividades pesqueras, ni de los embarques y desembarques de hidrocarburos en la bahía, ya que este parámetro se ha mantenido constante alrededor de 0,010 mg/l. El estándar de calidad acuática del cromo para la clase VI, es de 0,05 mg/l, encontrando nuestros valores dentro de los rangos permisibles.
- 9) Para el cadmio, el valor estándar establecido por la Ley General de Aguas, clase VI, es 0,004 mg/l, comparado este valor, con los resultados de las muestras de agua menores a

0,005 mg/l, se podría deducir que los niveles de cadmio determinados en las aguas litorales, se encuentran en el umbral del estándar de calidad ambiental, no pudiendo precisarse una contaminación por este metal.

10) La Ley General de Aguas del Perú, clase VI, no especifica un valor estándar de calidad para el metal bario, por lo que se tomó como referencia para el estudio de este metal, el valor máximo de la calidad de agua de la legislación de Brasil (1,00 mg/l). Deduciendo, que las concentraciones determinadas de bario (0,011 y 0,021 mg/l) no son contaminantes para el litoral sur de la bahía de Talara.

### 2.1.3. INTERNACIONAL

Se detalla estudios como antecedentes de la investigación internacional son los siguientes:

a) En el país de Cuba, Romero, T. (2014), realizó el trabajo de investigación titulado ***Caracterización de las aguas residuales de la empresa procesadora de alimentos PRODAL, Cuba***, cuyo objetivo fue caracterizar las aguas residuales del proceso productivo, que en esa empresa, se realiza. Se determina que los afluentes contaminados, que son vertidos a la Bahía de La Habana sin tratamiento, provocando un ambiente deteriorado en la rada habanera. Debido a la contaminación de la bahía y a las exigencias

normadas por el Ministerio de Ciencias, Tecnologías y Medio Ambiente, se brindan los parámetros esenciales de caracterización que apoyaron la propuesta y adquisición de una planta de tratamiento de residuales líquidos para la industria, y mediante la cual se disminuyeron los tenores contaminantes hasta valores permisibles por la norma cubana NC-TS 360:2004.

El proceso productivo de la empresa consiste en la elaboración de productos alimenticios a partir de carne de aves y pescados, empleándose como materias primas el camarón, masa deshuesada mecánicamente (MDM) de pollo y pavo, picadillo Bander, pescados (tenca), queso, cuartos traseros y muslos de pollo. Utiliza como insumos fundamentales los aceites comestibles, harina de trigo, pan molido y condimentos. Cuenta con un variado equipamiento tecnológico (90% tecnología holandesa) instalado en tres plantas que actualmente están en producción.

Para el análisis de las aguas residuales se conformaron muestras compuestas en los tres puntos principales de vertido, desde el comienzo de la producción hasta la limpieza de las instalaciones, que es la última actividad que se ejecuta. También se revisaron y analizaron los resultados de muestreos realizados por empresas que fueron contratadas por PRODAL en años anteriores (Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos – ENAST y Centro de

Ingeniería de Manejo Ambiental de Bahías y Costas - CIMAB). Todos estos análisis se efectuaron utilizando los métodos descritos en el APHA (1996).

Se calcularon los índices de biodegradabilidad (IB) de los residuos líquidos con las concentraciones halladas de Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días a 20°C (DBO5, 20°) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO),

Los resultados más significativos obtenidos, así como los arrojados en la caracterización actual, fueron determinadas indistintamente, contemplándose los parámetros DBO5, DQO, NT, PT, grasas y aceites para los años 2010 y 2013 respectivamente.

Las conclusiones obtenidas fueron:

- Las aguas residuales de PRODAL se clasifican como biodegradables, de ahí que sean susceptible de ser tratadas con sistemas biológicos.
- Los análisis físico-químicos realizados en las aguas residuales que fluyen en el exterior de los salones de producción son más elevados que los límites expuestos en la norma NC-TS 360: 2004 para ser vertidos a la Bahía de la Habana.

- En PRODAL no se cuenta con una debida red exterior que evacue los residuales hasta un sistema de tratamiento único.
- b) En Pasto, Colombia, Arango, P. (2013), realizó el siguiente trabajo de investigación, para la obtención del grado de Maestro, titulado ***Evaluación de las alternativas para el tratamiento de lixiviados en el relleno sanitario Antanas del Municipio de San Juan Pasto en Colombia.*** El objetivo principal, fue evaluar el actual proceso de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario Antanas, con respecto al cumplimiento de la normativa ambiental decreto aplicado hasta el momento y la nueva reglamentación; 1594/84 y el 3930/10 respectivamente, determinar el grado de eficiencia de los procesos de remoción, evaluar tecnologías complementarias alternativas para asegurar el cumplimiento de la nueva normativa ambiental y, desarrollar una evaluación multicriterial que posibilite la participación de distintos actores involucrados en el tema de los residuos sólidos, a través de la elección de criterios que compone las dimensiones técnico-económica, social, ambiental y político institucional, en un marco de calificación directa de las distintas alternativas de tratamiento.

Este trabajo se realizó en base a los datos suministrados por la empresa Metropolitana de Aseo de Pasto EMAS S.A. E.S.P para analizar el funcionamiento y eficiencia de la planta de tratamiento

de lixiviados, la revisión de material bibliográfico, la comparación de los resultados obtenidos en las pruebas piloto utilizando las tecnologías alternativas de membranas y los humedales como tecnología complementaria al tren de tratamiento de lixiviados, y la aplicación de la metodología de análisis multicriterio.

Al analizar los resultados obtenidos durante los monitoreos se logró establecer que el actual tratamiento de lixiviados resulta eficiente en el cumplimiento de la anterior normativa, decreto 1594 de 1984, con los parámetros DQO, DBO5 y sulfatos, donde se obtuvieron remociones al final del monitoreo (marzo del 2012) del 99 y 100% para DQO y DBO5 respectivamente. Los parámetros más críticos resultaron grasas y aceites y sólidos totales con remociones relativamente bajas que no alcanzan a cumplir con la normativa ambiental. Con respecto a DQO, nitrógeno y fósforo se requieren ajustes que permitan mejorar la eficiencia para alcanzar el límite máximo permitido. En el caso de los sólidos suspendidos totales el rendimiento del proceso actual no es eficiente, se esperaría que la mayor remoción de SST ocurra en el reactor de lodos activados y en la planta físico-química, por lo que se requiere implementar acciones de mejora en estos procesos. Un análisis más exhaustivo sobre estas dos etapas del TTL será necesario realizar con la finalidad de identificar el funcionamiento del reactor de lodos, la

eficiencia de los coagulantes/floculantes utilizados, la capacidad del sistema en relación a los tiempos de retención y los caudales de efluente utilizados en estas etapas parciales del TTL. También habría que considerar el ingreso del lixiviado del Vaso I en la planta físico-química que podría estar alterando la capacidad de la planta.

Del análisis comparativo de las eficiencias de los procesos evaluados para remover los principales componentes de los lixiviados en el marco de las normativas ambientales, se observa que las tecnologías de membranas acopladas resultan eficientes y cumplen con la actual normativa (que es más rigurosa que la anterior) aunque no resuelven totalmente el tratamiento ya que generan concentrados con alta carga de materia orgánica que requiere un tratamiento posterior. La tecnología de membranas VSEP por sí misma no mejora significativamente la eficiencia de remoción que tiene el proceso convencional TTL.

La tecnología complementaria (TTL+ Humedal) resulta beneficiosa para la remoción de los contaminantes aunque requiere algunos ajustes para alcanzar un mayor nivel de remoción de los SST.

La tecnología mejor ponderada es el sistema de membranas que claramente en los resultados de las pruebas piloto mostró alta eficiencia en la remoción de los contaminantes, aunque no queda

reflejado el aspecto relacionado a los altos costos económicos que su implementación y mantenimiento implica. De igual forma se observa una mayor aceptación a la implementación de sistemas de evaporación, aunque también aspectos vinculados a la calidad del aire y del agua han sido considerados como desfavorables por la mayoría de los actores.

- c) En la universidad de Cádiz, en España, Mendiguchía, M. (2005), realizó la investigación titulada ***Utilización de Ultra trazas de metales pesados como trazadores de los efectos antropogénicos producidos en Ecosistemas Acuáticos***, donde el objetivo general fue de realizar la caracterización de las aguas del río Guadalquivir estableciendo la relación de las variables medidas con los usos del suelo en sus márgenes, aplicando para ello métodos de ultra limpieza durante el muestreo, tratamiento y análisis de las muestras así como desarrollando nuevas metodologías que permitan el análisis de elementos ultra-traza en muestras salinas.

Para llevar a cabo el objetivo propuesto se planteó el trabajo de forma que se cumplieran los siguientes objetivos específicos:

- o Implantación de técnicas de ultra limpieza en los laboratorios del Departamento de Química Analítica de la Universidad de

Cádiz durante la preparación del material, toma de muestras y análisis de las mismas.

- o Desarrollo de metodología analítica que permitiera la determinación de metales pesados en aguas salinas para niveles de concentración inferiores a  $1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- o Desarrollo de métodos de pre concentración de metales en agua de mar basados en el uso de membranas líquidas.
- o Caracterización de las aguas del río Guadalquivir mediante el análisis de elementos traza y nutrientes.
- o Identificar las entradas y salidas que repercuten en las concentraciones de metales y nutrientes existentes en las aguas del río Guadalquivir.

El investigadora determino las siguientes conclusiones, que a continuación se detallan:

1. Para obtener resultados reales de las concentraciones de elementos traza en aguas naturales es imprescindible el uso de técnicas limpias durante la toma de muestras y su posterior tratamiento y determinación analítica.
2. Para evitar la contaminación de las muestras durante el paso de pre concentración previo al análisis de metales minoritarios en

agua de mar es recomendable realizar dicho paso en una sala blanca de ambiente controlado.

3. Durante el análisis de nutrientes la salinidad de la muestra afecta a la determinación de amonio, por lo que es preciso realizar rectas de calibrado que posean una matriz similar a las muestras, mientras que en el caso de nitritos, nitratos y fosfatos pueden usarse patrones acuosos simples.
4. Para la determinación de manganeso en aguas salinas mediante la técnica de absorción atómica con horno de grafito es necesario utilizar la técnica de calibrado de adiciones estándar y la corrección de fondo basada en el efecto Zeeman.
5. Para la determinación de cobre en aguas salinas mediante la técnica de absorción atómica con horno de grafito es necesario utilizar la técnica de calibrado de adiciones estándar, aunque fue suficiente la corrección de fondo con lámpara de deuterio para conseguir resultados exactos.
6. Para la determinación de metales traza mediante la técnica de ICP-MS es necesario el uso de patrones internos, obteniéndose buenos resultados con itrio para el cadmio, zinc, cobalto y níquel, y bismuto para el caso del plomo.

7. Basándose en los estudios realizados no se aprecian diferencias estacionales en las características de las aguas del río Guadalquivir.
8. Los aumentos en las concentraciones de amonio, nitritos, cobalto y manganeso en las aguas del río Guadalquivir se han relacionado con la existencia de estaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas y otras actividades relacionadas con núcleos de población.
9. Las altas concentraciones de nitratos existentes en las aguas del río Guadalquivir no permiten establecer una dependencia clara de esta variable con una de las actividades desarrolladas en el río, relacionando su concentración con las dos actividades predominantes en la zona: urbanas y agrícolas.
10. La disminución de oxígeno disuelto en el área urbana se relacionó con la existencia de procesos oxidativos debidos a la existencia de materia orgánica y amonio procedentes de las estaciones de tratamiento de aguas residuales. Por otro lado, su aumento en la zona estuárica se relaciona con la entrada de agua procedente del Golfo de Cádiz.

11. Los aumentos en las concentraciones de sólidos en suspensión y fosfatos en la zona central del río han sido relacionados con las actividades agrícolas presentes en la cuenca.
12. Los aumentos en la concentración de níquel en las aguas del río Guadalquivir se relacionan tanto con la existencia de actividades agrícolas como urbanas, aunque son las primeras las que mayor influencia ejercen sobre las concentraciones de este elemento en la zona de estudio.
13. El cadmio presentó concentraciones muy similares en toda la zona fluvial independientemente de las actividades antropogénicas realizadas en la cuenca y aumentando su concentración al aumentar la salinidad, lo que sugiere un control natural de este elemento en la zona de estudio.
14. El plomo presentó un comportamiento único en la zona de estudio, con una gran variabilidad espacial que no permite establecer con claridad su relación con las actividades existentes en el río.
15. Las variables más influenciadas por la entrada de agua salina en la desembocadura fueron pH, oxígeno disuelto, manganeso y cadmio.

16. Las variables que disminuyeron su concentración al aumentar la salinidad fueron sólidos en suspensión, fosfatos, amonio, nitritos, nitratos, níquel, cobalto, zinc y cobre, identificando al río Guadalquivir como una vía de entrada de estos elementos al Golfo de Cádiz.
17. Las concentraciones de todas las variables, excepto los nitratos, cumplieron los valores guía establecidos por la Junta de Andalucía en la orden del 14 de febrero de 1997 por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas y se establecen los objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por los vertidos.
18. La utilización de un sistema de membranas líquidas de volumen basado en el transporte de cobre mediante el uso del ácido di-2-etilhexil fosfórico ha permitido realizar su pre concentración en agua de mar y posterior determinación con una técnica sencilla y de sensibilidad media como la espectroscopia de absorción atómica en llama.
19. La optimización un variante del sistema de membranas líquidas para la pre concentración de cobre en agua de mar consiguió un factor de pre concentración final de 1,43 después de tres horas,

y la optimización simplex consiguió un factor de pre concentración final de 4,30 después de nueve horas.

20. La aplicación del sistema de membranas líquidas optimizado para la pre concentración de cobre en agua de mar fue útil para realizar la determinación semi cuantitativa de zinc, plomo, cadmio, aluminio, manganeso y níquel.

## 2.2. BASES TEORICAS

### 2.2.1. Contaminación del Agua

Se considera que se genera contaminación en el agua por la adición de cualquier sustancia en cantidad suficiente para que cause efectos dañinos mensurables en la flora, la fauna (incluido el humano).

El agua de los ríos, lagos y mares ha sido usada tradicionalmente como medio de evacuación de los desperdicios humanos y los ciclos biológicos del agua. Pero actualmente, ya no son solamente estos desperdicios orgánicos los que son arrojados a los ríos sino cantidades mayores de productos químicos nocivos que destruyen la vida animal y vegetal del ecosistema acuático y anulan o exceden la acción de las bacterias y las algas en el proceso de biodegradación de los contaminantes orgánicos y químicos de las aguas.

Los contaminantes más frecuentes de las aguas son: materias orgánicas y bacterias, hidrocarburos, desperdicios industriales, productos pesticidas, otros más utilizados en la agricultura, productos químicos domésticos y desechos radioactivos. Lo más grave es que una parte de los derivados del petróleo son arrojados a los ríos, lagos y el mar que son absorbidos por la fauna - flora acuática que los retransmiten a los consumidores de peces, crustáceos, moluscos, algas, etc.

Los contaminantes en forma líquida provienen de las descargas de desechos domésticos, agrícolas e industriales en las vías acuáticas, de terrenos de alimentación de animales, de terrenos de relleno sanitario, drenajes de minas y fugas de fosas sépticas. Estos líquidos contienen minerales disueltos, desechos humanos y animales, compuestos químicos sintéticos, materia coloidal y en suspensión. Entre los contaminantes sólidos se encuentran arena, arcillas, tierra, cenizas, materia vegetal agrícola, grasas, brea, papel, hule, plásticos, madera y metales.

#### 2.2.1.1. Clasificación de la contaminación

Según el origen la contaminación es de dos tipos:

- a) La contaminación producida por causas naturales o geoquímicas y que generalmente no está influenciada por el hombre, y

b) La contaminación provocada por las actividades del hombre y se le llama contaminación antropogénica. Entre los efectos nocivos para organismos, poblaciones y ecosistemas destacan los siguientes:

- Perjuicios a la salud humana (intoxicaciones, enfermedades infecciosas y crónicas, muerte).
- Daños a la flora y fauna (eutrofización, enfermedad y muerte).
- Alteraciones de ecosistemas (erosión, eutrofización, acumulación de compuestos dañinos persistente, destrucción).
- Molestias estéticas (malos olores, sabores y apariencia desagradable).

#### 2.2.1.2. Tipos de contaminantes

##### **a) Contaminantes físicos.**

Afectan el aspecto del agua y cuando flotan o se sedimentan interfieren con la flora y fauna acuáticas. Son líquidos insolubles o sólidos de origen natural y diversos productos sintéticos que son arrojados al agua como resultado de las actividades del hombre, así como, espumas, residuos oleaginosos y el calor (contaminación térmica).

## **b) Contaminantes químicos.**

Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos o dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico). Gran parte de estos contaminantes son liberados directamente a la atmósfera y son arrastrados por la lluvia. Esta lluvia ácida, tiene efectos nocivos que pueden observarse tanto en la vegetación como en edificios y monumentos de las ciudades industrializadas.

## **c) Los contaminantes orgánicos**

También son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. Los

contaminantes orgánicos consumen el oxígeno disuelto en el agua y afectan a la vida acuática (eutrofización).

**d) Contaminantes biológicos.**

Incluyen hongos, bacterias y virus que provocan enfermedades, algas y otras plantas acuáticas. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua.

Ciertas bacterias descomponen sustancias inorgánicas. La eliminación de los virus que se transportan en el agua es un trabajo muy difícil y costoso. La contaminación de los suelos afecta principalmente a las zonas rurales agrícolas y es una consecuencia de la expansión de ciertas técnicas agrícolas. Los fertilizantes químicos aumentan el rendimiento de las tierras de cultivo, pero su uso repetido conduce a la contaminación de los suelos, aire y agua. Además los fosfatos y nitratos son arrastrados por las aguas superficiales a los lagos y ríos donde producen eutrofización y también contaminan las corrientes freáticas. Los pesticidas minerales u orgánicos utilizados para proteger los cultivos generan contaminación a los suelos y a la biomasa. También los suelos están expuestos a ser contaminados a través de las lluvias que arrastran metales pesados como el plomo, cadmio, mercurio y

molibdeno, así como, sulfatos y nitratos producidos por la lluvia ácida.

#### 2.2.2. Contaminación por metales pesados

El término de metal pesado refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Los ejemplos de metales pesados incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd) el arsénico (As), el cromo (Cr), el talio (Tl), y el plomo (Pb). Los metales pesados son componentes naturales de la corteza de tierra. No pueden ser degradados o ser destruidos. En un grado pequeño se incorporan a nuestros cuerpos vía el alimento, el agua potable y el aire. Como elementos de rastro, algunos metales pesados (cobre, selenio, zinc) son esenciales mantener el metabolismo del cuerpo humano. Sin embargo, en concentraciones más altas pueden conducir al envenenamiento. El envenenamiento por metal pesado podría resultar, por ejemplo, de la contaminación del agua potable (tuberías del plomo), las altas concentraciones en el aire cerca de fuentes de la emisión, o producto vía la cadena de alimento.

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse, la bioacumulación significa un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo biológico en un cierto plazo,

comparada a la concentración del producto químico en el ambiente. Se analizan (metabolizado) o se excretan los compuestos acumulan en cosas vivas cualquier momento se toman y se almacenan más rápidamente que ellos. Los metales pesados pueden entrar un abastecimiento de agua por medio de residuos industriales y de deposita corrientes, los lagos, los ríos, etc.

#### 2.2.2.1. Calidad del agua

En Todas las minas del mundo se están formulando las mismas preguntas concernientes a la protección del medio ambiente ¿qué calidad de agua de efluente es necesaria para la protección ambiental? un programa de muestreo de calidad de aguas superficiales es ayudar a absolver tales preguntas. No obstante, debe reconocerse que el programa de monitoreo será específico por sitio y que los diferentes tipos de minas e instalaciones de procesamiento, etapa o nivel de desarrollo, geología, hidrología y topografía determinarán en conjunto el referido programa.

Las áreas mineras en el Perú se ubican a lo largo del país, en una variedad de regiones geológicas, topográficas y climatológicas. La precipitación pluvial mensual puede oscilar entre 2 mm en la región costera hasta 460 mm en las regiones selváticas. En la zona montañosa, las precipitaciones pueden variar entre 0 mm a más de

100 mm en un año. De ese modo, la ubicación de la mina determinara el balance de agua del sitio, lo que puede variar considerablemente de lugar a lugar.

La calidad de agua de los efluentes (por ejemplo, cualquier agua que se descarga de la mina o de la planta procesadora) que drenan de cada sitio minero se especifica de dicho sitio. Parece ser que los principales problemas que se someterán a monitoreo sobre calidad de agua en las minas, incluyen: drenaje ácido con elevadas concentraciones de sulfatos y metales disueltos; sólidos en suspensión y contenido de metales totales asociados; drenaje casi neutro con elevadas concentraciones de metales disueltos y nutrientes; reactivos químicos de proceso, especialmente cianuro; y aguas negras o servidas

#### 2.2.2.2. Monitoreo de la calidad del agua

El término agua superficial, se utiliza en referencia a cualquier tipo de agua que se encuentre al nivel de la superficie o por encima de la misma (por ejemplo, un lago, río o corriente) o al agua que se dirige a un cuerpo de agua superficial (como agua bombeada de labores subterráneas a la superficie). En muchos casos, las aguas freáticas se vuelven aguas superficiales mediante patrones de flujos naturales. Se

refiere a cualquier tipo de agua que pueda muestrearse sin usar un pozo artesiano o una instalación artesiana de monitoreo.

En cada área de influencia de una mina y/o industria normalmente se encuentran capacitados para llevar a cabo los trabajos correspondientes a un programa de monitoreo. Para garantizar la obtención de resultados consistentes y confiables de un programa de monitoreo, es importante contar con un grupo homogéneo de personas, debidamente capacitadas, que tengan bajo su responsabilidad el monitoreo de calidad de agua.

#### **a) Estaciones de muestreo**

El área de influencia de una mina puede abarcar una gran superficie, combinando labores antiguas, abandonadas (y algunas veces olvidadas) con las operaciones actuales. Independientemente de la complejidad de la mina, existen características comunes para todas las minas que proporcionan la base para identificar donde efectuar el muestreo.

##### **a.1) Alcance**

El primer paso para decidir donde efectuar el muestreo por calidad de agua es identificar el balance de agua de la propiedad minera: de donde ingresa el agua y por donde sale de la propiedad minera.

El siguiente paso es identificar todas las fuentes posibles de contaminantes y seleccionar las estaciones que se encuentran aguas arriba y aguas abajo de cada fuente. Marque todos los cursos naturales de agua (ríos, corrientes, lagos, agua de mar) y la dirección y volumen del flujo (aproximadamente). En el plano, marque todas las corrientes de agua del proceso, relacionadas con la mina, incluyendo la dirección y volumen del flujo.

Utilice las cartas hidrográficas estacionales, los registros de precipitaciones en el área minera y observaciones para identificar los flujos que se presentan todo el año y aquellos que solo son estacionales. Los flujos que se presentan todo el año deben monitorearse regularmente. Puede establecerse estaciones en los flujos estacionales. Debe muestrearse todas las aguas que fluyan en el área de influencia de toda la mina, incluyendo los efluentes del procesamiento que se descargan a los cursos naturales de agua.

### **a.2) Medio Ambiente Receptor**

El motivo para realizar el muestreo y el monitoreo de la calidad del agua es garantizar la protección del medio ambiente natural local. El medio ambiente receptor de aguas superficiales en el área de influencia de una mina se refiere a todos los cursos naturales de agua que dicha mina afecta. Generalmente, estos son los ríos, lagos,

lagunas y agua de mar superficial, corriente o sierras pantanosas en el área. El flujo de aguas freáticas dará su aporte a los mencionados cursos de agua. En cada curso de agua importante debe existir una estación de muestro aguas arriba y aguas abajo.

Lo anterior es decisivo para determinar: cuáles son las condiciones naturales o de base para el curso de agua; si la mina está aportando contaminantes a las aguas naturales: si existen otras fuentes de contaminantes, ya sea naturales o antropogénicas; y hasta qué nivel se necesita controlar la descarga de contaminante desde la mina.

Todos los parámetros que se miden en la(s) fuente(s) deben medirse en el medio ambiente receptor. Además, debe realizarse una serie completa de análisis en las muestras extraídas aguas arriba para caracterizar las condiciones de base.

#### **b) Muestreo de efluentes**

Los objetivos del muestreo de efluentes son: establecer los procedimientos para la selección de puntos de muestreo, toma de muestras en cuerpos de agua y efluentes, asegurando la calidad de datos y custodia de las muestras con la finalidad de determinar la calidad y composición de las mismas, en el marco del procedimiento de autorización sanitaria de vertimiento.

Su aplicación en el ámbito nacional, servirá como procedimiento para los muestreos previa y post a la autorización sanitaria de vertimiento, acatada por los profesionales de la Dirección General de Salud Ambiental.

Previo al trabajo de campo y como parte del plan de muestreo deberá determinarse los puntos de muestreo y parámetros de análisis según los siguientes criterios.

### **Selección de puntos de muestreo**

#### **a) En el vertimiento**

Las tomas de muestra se realizarán para efluentes que serán descargados o cuyo destino final son los ríos y sus afluentes, arroyos, torrentes y manantiales, lagos, lagunas, agua de mar y embalses de formación natural o artificial en sus diversas dimensiones y estados físicos durante épocas de estiaje y/o avenidas dependiendo de la fecha de la inspección, incluyendo al mar y sus diversas formaciones hidrogeomorfológicas e hidrológicas.

- 1) Para el caso de plantas de producción que cuenten con línea de emisión subacuática, la muestra y mediciones de caudal se tomará en la caja de registro o su equivalente.

2) De existir sistema de tratamiento de aguas residuales industriales y/o domésticas, se colectará muestras en el ingreso y salida de la planta, a fin de verificar la eficiencia de tratamiento.

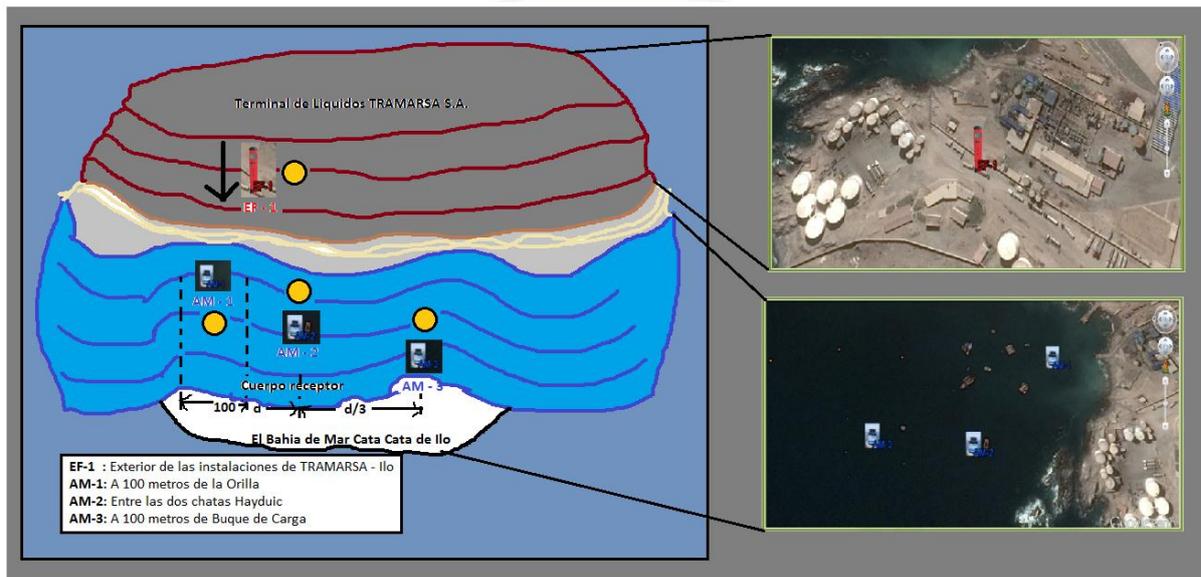
3) Se tendrá la identificación y localización satelital del punto de muestreo, estableciendo en el equipo del sistema posicionamiento global (GPS), los datos de: DATUN DE MAPA.

**b) En el recurso hídrico de descarga de cada vertimiento**

**1) En caso de Agua de Mar**

- Elija una sección en donde el agua de mar esté lo más regular, accesible y uniforme en profundidad, por lo menos 100 a 300 metros aguas arriba de una confluencia, y cerca de un punto de referencia tal como un puente, muelle, embarcación, planta de líquidos, roca grande, etc.
- Se tendrá la identificación y localización satelital del punto de muestreo y de referencia (Ejemplo: muelle, embarcación, buque, remolcador, desagüe, aforo, etc.) en un mapa con un esquema y fotografías, estableciendo en el equipo del sistema de posicionamiento global (GPS), los datos de: DATUN DE MAPA.

FIGURA N° 02: Puntos de Monitoreo en la Bahía del Mar Cata Cata - ILO



FUENTE: Elaboración propia, 2016.

- De existir efluentes (vertimientos) en el curso de agua, la toma de muestra en el cuerpo receptor será aguas abajo de la descarga y en el punto que asegure la mezcla completa. Se recomienda seguir los criterios siguientes para determinar las distancias aguas abajo:
- Además de la muestra tomada aguas abajo de la descarga, se recomienda tomar una muestra adicional más abajo de manera que se confirme la mezcla total de la descarga con el cuerpo receptor, a una distancia equivalente a la tercera parte de la muestra inicial (la distancia mínima será de 50 m), tal como se indica en el Gráfico. Esta muestra adicional se efectuará solo

de verificarse que no existe ninguna descarga adicional en el tramo.

- Para el caso de vertimiento próximos; al contar con efluentes próximos entre sí, debiéndose tomar la distancia media entre el punto de descarga del efluente a evaluar y el punto de descarga del efluente aguas abajo.
- Para la toma de muestra del blanco, se considerará un punto que se encuentre fuera del área de influencia de cualquier efluente aguas arriba, en el caso que dicha distancia sea menor a 200 metros.
- De haber en un tramo corto a largo del mar, de manera tal, se tomará la muestra aguas abajo de la descarga, inmediatamente antes de la siguiente (de preferencia 50 metros antes).

#### 2.2.2.3. Análisis de la calidad del agua

Los parámetros típicos de monitoreo para determinar la calidad del agua pueden describirse en dos grupos principales:

- Parámetros orgánicos
- Parámetros inorgánicos.

Con frecuencia dichos parámetros se describen en los siguientes términos:

**a) Tipos de parámetros**

- **Parámetros Inorgánicos**

Incluyen los sólidos totales en suspensión (o turbidez), temperatura, flujo, color, olor y sabor. Por conveniencia, el pH, Eh, conductividad, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto algunas veces se reportan con los parámetros físicos; iones principales, incluyendo sulfato, alcalinidad, acidez, cianuro y nutrientes tales como las especies de nitrógeno y fosfatos; metales disueltos que incluyen todos los iones metálicos cuyo tamaño de partícula sea menor de 0,45  $\mu\text{m}$  y metales totales que incluyen todos los iones metálicos en una muestra no filtrada.

- **Parámetros orgánicos**

Incluyen componentes de reactivos de procesamiento, fenol, petróleo y grasa, etc. Algunos parámetros se usan directamente para evaluar el impacto ambiental o la toxicidad del agua, ya sea para la salud humana, recursos acuáticos o para uso agrícola. Estos parámetros incluyen principalmente metales totales y disueltos, cianuro y iones principales como el amoníaco.

Algunos parámetros determinados deben medirse en todos los lugares de muestreo y para la mayoría de muestras. Estos se denominan parámetros básicos.

Los parámetros básicos pueden incluir pH, Eh, temperatura, conductividad, alcalinidad/acidez y sólidos totales disueltos (TDS) y sólidos totales en suspensión (TSS). Estos parámetros específicos por lugar se seleccionan de una lista completa de metales, iones principales y orgánicos.

Es importante reconocer que no todos los parámetros deben medirse en cada muestra – la selección dependerá de la variabilidad del parámetro en la muestra de agua (la variabilidad más alta generalmente requiere de un análisis más frecuente), el nivel del problema asociado con los parámetros y el componente que se somete a muestreo.

#### **b) Frecuencia**

El cronograma de muestreo y análisis en cada área de influencia de una mina depende de las cartas hidrográficas de dicho lugar y del programa de manejo de aguas, así como de la etapa de operación. No obstante, todas las descargas de la marítima al medio ambiente receptor debe someterse regularmente a muestreo y análisis; el muestreo debe ser más frecuente durante e inmediatamente después

de un evento fuera de control, por ejemplo, derrame de reactivo, derrame de relaves, falla en la presa, etc. el muestreo debe ser más frecuente antes, durante e inmediatamente después de un cambio en el procesamiento, manejo de agua o de desechos si es que existe un impacto en la calidad del agua receptora.

Identifique los componentes para los que se producen cambios en el balance de agua y carga de contaminantes durante el año, en relación con otros, mostrarán un mayor cambio con las influencias estacionales. Está directamente relacionada con el régimen climático.

### **c) Tipos de muestras**

El tipo de muestra a tomarse de un cuerpo superficial de agua se determinará considerando las características de la estación de muestreo y el flujo de agua; asimismo, la velocidad de flujo, tamaño o área de la masa de agua, homogeneidad, clima, flujo discreto o distribuido y los requisitos de precisión. Además, deberá considerarse el tipo de equipo que está disponible y la seguridad del técnico durante la toma de muestras.

- **Muestras tomadas al azar (puntuales)**

El tipo de muestra más común para el monitoreo regular de las aguas superficiales en el mar es una muestra "tomada al azar o puntual". La

muestra se colecta en determinado momento y lugar en el recorrido del flujo de agua. Las muestras tomadas al azar en un agua de mar, laguna, lago río o poza también pueden tomarse en puntos separados sobre la profundidad en la columna de agua.

- **Muestras compuestas**

Se puede preparar muestras compuestas en un intervalo de tiempo discreto, extraídas de un lugar de muestreo seleccionado, a fin de determinar las condiciones "promedio". Puede obtenerse una muestra compuesta, ya sea por recolección continua, en un intervalo de tiempo, de una corriente de flujo bajo (muestra compuesta de un ida de un rezumadero de bajo flujo) o mezclando volúmenes recolectados a intervalos mayores sobre un período de tiempo de un flujo de descarga elevado (muestra compuesta de 24 horas colectada a partir de muestras individuales, cada hora, desde una tubería de relaves).

No es aceptable juntar muestras compuestas de dos lugares diferentes debido a los cambios potenciales en la química del agua resultantes del mezclado de dichas muestras. Para calcular la composición promedio de agua a lo largo de una gran área, las muestras individuales deben analizarse promediarse matemáticamente o usando un modelo geoquímico de mezcla.

#### **d) Toma de Muestras**

La topografía, lugar de colección, tipo de muestra y las condiciones determinaran los procedimientos específicos para cada estación en general:

- En un cuerpo de agua con más de una estación de muestreo, inicie éste en el punto más lejano aguas abajo, particularmente si alguna alteración física en un área pudiera influir en una estación aguas abajo; siempre muestre aguas arriba en cualquier camino, cruce o puente, a menos que la influencia de la estructura sea el objetivo del muestreo;
- Siempre muestree en el mismo lugar;
- Asegúrese de que la muestra pueda colectarse de manera segura, sin representar un riesgo para el técnico. Si existiera un riesgo bajo ciertas condiciones, la estación de muestreo deberá reubicarse.

Al momento de tomar las muestras:

- Ubíquese de frente aguas arriba mientras muestrea para evitar la contaminación del agua por sedimentos en suspensión;

- Si se tiene que tomar varias botellas de muestra en el mismo lugar, ello deberá hacerse al mismo tiempo. Si fuera posible, es mejor recolectar una gran muestra y dividirla en sub muestras;
- Recolecte muestras para someter a QA/QC;
- Enjuague tres veces con agua destilada (sondas para los medidores) o con la solución a muestrear (ya sea la muestra original de la botella de 1L o la muestra filtrada de la botella de metales disueltos) el equipo de muestreo y filtración, equipo de análisis y botellas de muestreo de plástico; manipule los papeles de filtro únicamente con pinzas limpias. No toque con las manos el interior de las botellas, tapes o equipo de filtración;
- Complete las mediciones de campo en una sub muestra y registre estos datos en las hojas de campo (casillero B de la hoja de datos);
- Preserve las muestras. Rotule las muestras y registre el número de estas y los requerimientos analíticos en la hoja de datos. Almacene las muestras en un enfriador (alejado de la luz solar).

2.2.3. Marco normativo de la calidad del agua del mar

**a) Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles para la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias.**

TABLA N° 1: Límites Máximo Permisible de Parámetros, según D.S. N° 010-2008-MINAM

PARÁMETROS CONTAMINANTES	I	II	III
	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE LOS EFLUENTES QUE SERÁN VERTIDOS DENTRO DE LA ZONA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL LITORAL (a)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE LOS EFLUENTES QUE SERÁN VERTIDOS FUERA DE LA ZONA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL LITORAL (a)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE LOS EFLUENTES QUE SERÁN VERTIDOS FUERA DE LA ZONA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL LITORAL (b)
Aceites y Grasas (A y G)	20 mg/l	1,5 x 10 <sup>3</sup> mg/l	0,35 x 10 <sup>3</sup> mg/l
Sólidos suspendidos Totales (SST)	100 mg/l	2,5 x 10 <sup>3</sup> mg/l	0,70 x 10 <sup>3</sup> mg/l
pH	6-9	5-9	5-9
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	≤60 mg/l	(c)	(c)

(a) La Zona de Protección Ambiental Litoral establecida en la presente norma es para uso pesquero.

(b) De obligatorio cumplimiento a partir de los dos (2) años posteriores a la fecha en que sean exigibles los LMP señalados en la columna anterior.

(c) Ver Segunda Disposición Complementaria y Transitoria.

FUENTE: PRODUCE. 2008.

**b) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua –  
Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático/  
Ecosistemas Marino Costeros - Marinos. D.S. N° 002 – 2008 –  
MINAM.**

TABLA N° 2: ECA Categoría 4 de Parámetros, según D.S. N° 002-2008-MINAM

PARÁMETROS	UNIDADES	ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS
		MARINOS
<b>FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	10
pH	Unidad de pH	6.8-8.5
Temperatura	celsius	***Delta 3°C
Sólidos suspendidos Totales	mg/L	30

\*\*\* La temperatura corresponde al promedio mensual multianual del área evaluada.

FUENTE: Diario el Peruano MINAM, 2008.

**c) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua –  
Categoría 2 – Conservación del Ambiente Acuático/  
Ecosistemas Marino Costeros - Marinos. D.S. N° 002 – 2008 –  
MINAM.**

TABLA N° 3: ECA Categoría 2 de Parámetros, según D.S. N° 002-2008-MINAM

PARÁMETROS	UNIDADES	AGUA DE MAR
		Sub Categoría 3
		Otras Actividades (C3)
<b>FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	10
pH	Unidad de pH	6.8-8.5
Sólidos suspendidos Totales	mg/L	70
Temperatura	Celsius	*** delta 3°C

\*\*\* La temperatura corresponde al promedio mensual multianual del área evaluada.

FUENTE: MINAM, 2008.

## 2.3. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS

### 2.3.1. Hipótesis General

- La evaluación del vertido del efluente líquido residual y concentración biológica de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. influye significativamente en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata que influye en Ilo – Moquegua, año 2015.

### 2.3.2. Hipótesis Específicos

- a) El rango de pH del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. influye significativamente en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015.
- b) La concentración biológica en el área de influencia del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. influye significativamente en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015.

## 2.4. DEFINICIÓN DE TERMINOS

- a) Ácido:** En "sistema acuoso", sustancia que puede formar iones de hidrógenos H (+) (protones) cuando se disuelven en el agua. Una sustancia no puede manifestar propiedades "ácidas" si no es en un disolvente que acepte protones.
- b) Alcalinidad del agua:** Propiedad del agua que depende de la cantidad de dióxido de carbono, carbonato ácido, carbonato, hidróxido y otras sustancias en menor cantidad, disueltas en ella. La especie química dominante es el ión bicarbonato. Las aguas limpias deben tener normalmente una alcalinidad no mayor de 8.4 unidades de pH.
- c) Biodiversidad.** Se entiende como la variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, y la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los complejos ecológicos que forman parte.
- d) Concentración:** Cantidad de soluto presente en una determinada cantidad de disolución.
- e) Contaminación del agua:** Incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

- f) Cuerpo de agua:** Curso de agua natural o artificial tales como ríos, lagos, manantiales, reservorios, lechos subterráneos u océanos; en los cuales son vertidas las aguas residuales con o sin tratamiento.
- g) Contaminación de la muestra:** Es la alteración involuntaria de la muestra, causada por agentes físicos, químicos o biológicos y climatológicos, que la invalidan para los fines analíticos a que se destina.
- h) Ecosistema.** Los ecosistemas son sistemas complejos como el bosque, el río o el lago, formados por una trama de elementos físicos (el biotopo) y biológicos (la biocenosis o comunidad de organismos).
- i) Efluente:** Desechos líquidos o gaseosos, tratados o no, generados por diversas actividades humanas que fluyen hacia sistemas colectores o directamente a los cuerpos receptores. Comúnmente se habla de efluentes refiriéndose a los desechos líquidos.
- j) Flora.** Conjunto de especies vegetales que se pueden encontrar en una región geográfica, la flora atiende al número de especies mientras que la vegetación hace referencia a la distribución de las especies y a la importancia relativa.
- k) Muestra:** Es una o más porciones de un volumen o masa representativa definida, colectadas en cuerpos receptores de

efluentes industriales, efluentes domésticos, redes de abastecimiento público, estaciones de tratamiento de aguas, etc., con el fin de determinar sus características físicas, químicas y/o biológicas.

**l) Muestreo:** Es la actividad que consiste en coleccionar una muestra representativa, para fines de análisis y/o medición. Punto o estación de muestreo: Es el lugar predeterminado en un cuerpo receptor donde se colecciona una muestra.

**m) Muestra simple o puntual:** Es aquella muestra que representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su colección. En tales circunstancias, un cuerpo de agua puede estar adecuadamente representado por muestras simples.

**n) Muestra compuesta:** Se refiere a una mezcla de muestras simples o puntuales tomadas en el mismo punto en distintos momentos. Para estos propósitos, se considera como estándar una muestra compuesta que representa un período de 24 horas.

**o) Muestra integrada:** La muestra integrada es la mezcla de muestras puntuales, coleccionadas en distintos puntos al mismo tiempo o con la menor separación temporal que sea posible. Un ejemplo de la necesidad de las mismas es el de los ríos o corrientes cuya composición varía según el ancho y profundidad.

**p) pH:** Es el logaritmo de la recíproca de la concentración de ión hidrógeno en una sustancia o medio y que puede ser medida en un rango de 1-14, si su valor se encuentra entre 1-6 el pH es ácido, si se encuentra entre 8-14, su pH es básico. La concentración del hidrógeno puede ser medida con un pH metro o papeles tornasol.

**q) Plan de muestreo:** Es el procedimiento que se requiere para obtener una muestra representativa, cuyas características conserven las condiciones del cuerpo de agua original.

**r) Reserva.** Zona o grupo de recursos cuya explotación o uso se impide o regula por ley, pues se la considera de importancia en cuanto a necesidades futuras, para mantener la biodiversidad y como zonas de protección de Parques Nacionales.

## 2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

### ❖ Variable Dependiente

Ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata, Ilo – Moquegua.

**Dimensiones:** ECA (Afluente – Exterior)

- Aceite y grasas.
- Sólidos suspendidos totales.

❖ **Variable Independiente**

Efluente líquido residual y concentración biológica.

**Dimensiones:** LMP (Efluente – Interior)

- pH.
- Biológico.

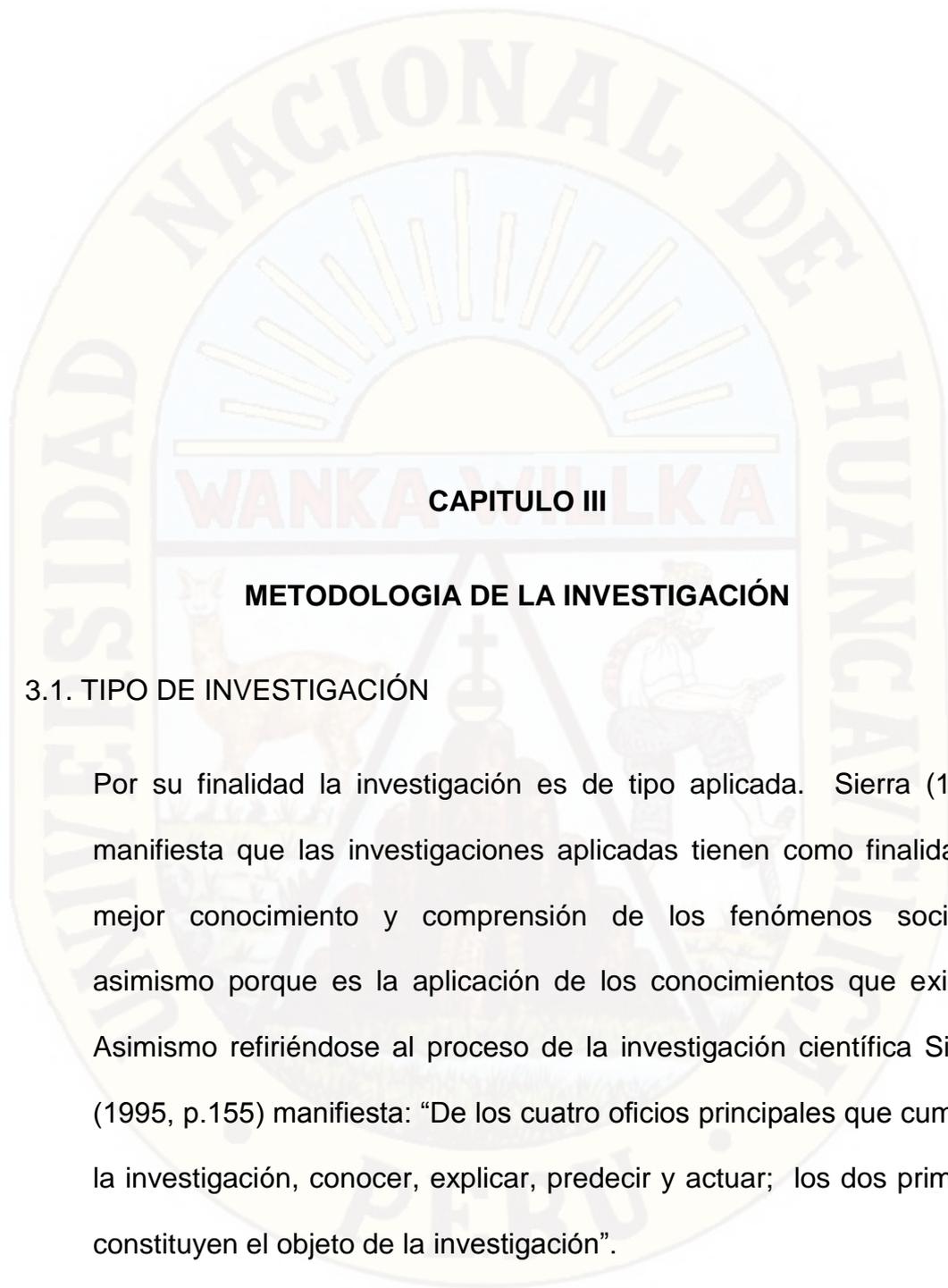
**2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**OBJETIVO GENERAL:** Evaluar el vertido del efluente líquido residual y concentración biológica en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata por la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en Ilo – Moquegua, año 2015.

**TABLA N° 4: Operacionalización de Variables**

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>			
<b>Efluente líquido</b>	Desechos líquidos o gaseosos, tratados o no, generados por diversas actividades humanas que fluyen hacia sistemas colectores o directamente a los cuerpos receptores. Comúnmente se habla de efluentes refiriéndose a los desechos líquidos	Estandar de calidad ambiental de Aceites y Grasas.	mg/L
		Sólidos suspendidos totales	mg/L
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>			
<b>Ecosistema acuático del mar</b>	Los ecosistemas acuáticos son aquellos en los que los animales y plantas viven o se relacionan con seres vivos en el agua salada, existiendo componentes bióticos y abióticos, que entre todos harán que se mantengan en equilibrio ecológico.	pH	0 a 6, Acido
			7, Neutro
			8 a 14 Alcalino
		Parámetro Biológico	Grado de concentración de límites máximos permisibles.
Demanda Bioquímica de Oxígeno, mg/L			

Fuente: Elaboración Propia, 2016



### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Por su finalidad la investigación es de tipo aplicada. Sierra (1995) manifiesta que las investigaciones aplicadas tienen como finalidad el mejor conocimiento y comprensión de los fenómenos sociales, asimismo porque es la aplicación de los conocimientos que existen. Asimismo refiriéndose al proceso de la investigación científica Sierra, (1995, p.155) manifiesta: “De los cuatro oficios principales que cumplen la investigación, conocer, explicar, predecir y actuar; los dos primeros constituyen el objeto de la investigación”.

Así mismo, para Hayman (1969), citado por Caballero, (2013, p. 39) menciona: “la investigación aplicada es aquella cuyo propósito fundamental es dar solución a problemas prácticos”.

### 3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Por el grado de profundidad de las variables en estudio, el nivel de investigación es explicativo.

Sobre la base del párrafo anterior y de acuerdo a los diferentes metodólogos, entre ellos:

Caballero, (2013, p. 41). Estas investigaciones alcanzan el tercer nivel. Responden a la pregunta: ¿Por qué?, es decir, por qué es así la realidad objeto de la investigación.

Son causales, ya que plantean hipótesis explicativas que mediante el cruce o relación de variables, primero de las del problema (variables dependientes), con las de la realidad (variables intervinientes), y luego con las del marco referencial (variables independientes), se plantean propuesta (s) de explicación al problema causal que deberá (n) luego ser contrastada (s). Estas investigaciones, junto con experimentales, son las más apropiadas para las tesis.

### 3.3. METODOS DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se sustenta en los siguientes métodos:

#### **a) Método científico:**

Es el método que nos permitió el proceso de investigación en forma general, secundado por sus leyes, principios y categorías. Además, fue el camino metodológico que tiene la ciencia para la construcción de nuevos conocimientos para utilizarlos a su vez en la construcción de otros.

#### **b) Método descriptivo:**

A través, de éste método se describió el problema, permitiéndonos descomponer en sus componentes y estudiar cada uno de ellos en su constante interrelación. Nos ayudó a identificar las posibles causas-efecto entre las variables y plantear las posibles soluciones y por lo tanto demostrar las hipótesis.

### 3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Campbell y Stanley (2003) manifiesta que el término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desee.

El diseño de la investigación es no experimental de tipo transeccional o transversal correlacional porque se recolectan datos en un tiempo determinado, con intervención de medición analítico, transversal y causal.

### 3.5. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

#### 3.5.1. Descripción del área de estudio y de las instalaciones del proyecto

##### a) Antecedentes

El Terminal Portuario Multi-boyas ubicado en Cata-Catas inicia sus operaciones a partir del 28 de Diciembre del año 1994 con la obtención de la Resolución RD 0413-94/DCG, Administrado por PESCA PERU S.A., para el Almacenamiento y Embarque de aceite de pescado.

A partir del año 1998 pasa a ser Administrado por PESCA PERU REFINERÍA ILO S.A. (PPI), luego de un proceso de privatización y liquidación en la cual PPI se adjudica los bienes de PESCA PERU S.A. ubicados en el predio antes mencionado, continuando sus Operaciones de Almacenamiento y Embarque de aceite de pescado.

En el año 2002 la Empresa Trabajos Marítimos S.A. (TRAMARSA) constituida el 09 de Noviembre del año 1990 e inscrita en la Ficha N° 5286 del Registro Mercantil del Callao el 30 de Noviembre de 1990,

Operador Portuario, inicia sus Operaciones de almacenamiento y embarque de líquidos a granel desde Bolivia contratando a Pesca Perú Refinería Ilo, (PPI) para emplear sus instalaciones para el embarque de aceites vegetales.

En el año 2003 ante la demanda de TRAMARSA para el embarque de alcohol a granel procedente de Bolivia, PPI obtiene la autorización, para instalar una nueva tubería submarina para tal fin, mediante RD Nro. 0117-2003/DCG del 19 de Marzo de 2003, de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas DICAPI.

El incremento de operaciones con la carga Boliviana y la necesidad de realizar inversiones para ampliar la capacidad del Terminal TRAMARSA y PPI, en sus Juntas Generales de Accionistas celebradas en Noviembre del 2004, acordaron la fusión de ambas sociedades mediante la absorción de la segunda sociedad por la primera, fusión acreditada mediante Escritura Pública del 24 de Diciembre del 2004 y debidamente inscrita en Registros Públicos donde se establece que a la disolución posterior y extinción sin liquidación de PPI, TRAMARSA será propietaria de todas las acciones de Pesca Perú Refinería Ilo S.A., y que las mencionadas Juntas Generales de Accionistas fijaron como fecha de entrada en vigencia de la fusión el 01 de Enero del 2005, con la fusión por absorción la sociedad absorbente asume a título universal y en bloque los

patrimonios de la sociedad absorbida que comprende sus activos y pasivos.

Se obtuvo la resolución de uso definitivo de área acuática otorgada por la Autoridad Portuaria Nacional el 26 de Julio del 2011 según la RS 028-2011-MTC

b) Ubicación geográfica:

La ubicación del Área de Estudio de la empresa TRAMARSA está en el puerto de Ilo ubicada en el Litoral Sur a la altura del Kilómetro 1 186 de la Carretera Panamericana Sur, desde donde se toma un desvío asfaltado que conduce al puerto luego de recorrer 44km. Después de ingresar a la ciudad de Ilo, se toma la carretera costanera sur con dirección hacia el Sur-Oeste hasta recorrer aproximadamente 4km. donde se encuentran las instalaciones de la empresa TRABAJOS MARITIMOS S.A. (TRAMARSA), en la Av. Industrial s/n sector de Cata Catas que pertenece al distrito y provincia de Ilo y departamento y Región de Moquegua.

TABLA N° 5: Coordenadas de la Ubicación del área acuática del Terminal de Líquidos de TRAMARSA Datum WGS - 84.

VERTICE	ANGULO INTERNO	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
		ESTE (X)	NORTE (Y)	LONGITUD OESTE	LATITUD SUR
V-1	37°45'52"	248,831.43	8`044,591.740	71°22'03.679"	17°40'17.077"
V-2	232°14'08"	248,872.38	8`044,644.599	71°22'02.268"	17°40'15.376"
V-3	202°16'26"	249,074.70	8`044,644.599	71°21'55.406"	17°40'15.458"
V-4	71°45'26"	249,164.37	8`044,607.873	71°21'52.381"	17°40'16.689"
V-5	173°35'59"	249,171.82	8`044,713.599	71°21'52.083"	17°40'13.254"
V-6	81°07'20"	249,164.60	8`044,888.075	71°21'52.254"	17°40'07.579"
V-7	101°14'48"	248,831.43	8`044,821.824	71°22'03.581"	17°40'09.597"

Fuente: Terminal de Líquidos (TLT) TRAMARSA, 2015

c) Accesibilidad:

El acceso desde la Ciudad de Lima es mediante la Carretera Panamericana hasta la ciudad el Departamento y Región de Moquegua en la Provincia de Ilo; y desde esta ciudad mediante una carretera afirmada hasta el Terminal de Ilo en la Bahía Cata Cata S/N costeras del océano pacífico.

- Vía asfaltada Lima - Ilo = 1186 Km.
- Vía afirmada Ilo – Terminal de Ilo (TLT) = 44 Km.

#### **d) Descripción del proceso**

La actividad principal del TLT es la recepción, almacenamiento y embarque de líquidos (alcoholes y aceites a granel) en buques tanques para su exportación.

**1) RECEPCION:** En la planta se reciben camiones cisternas procedentes de Bolivia en un promedio de 40 unidades por día con un record máximo de 72 unidades. Cada camión transporta un promedio de 28TM de producto. La recepción del aceite se realiza a través de 8 tinas de recepción las cuales son alimentadas por gravedad desde los camiones cisterna con mangueras rígidas de jebe de 4"Ø y a la vez el producto es bombeado desde las tinas a los tanques de almacenamiento destinados para cada tipo de aceite a través de un sistema o red de tuberías de diferentes diámetros. La recepción del alcohol se realiza de la misma manera, pero en vez de tinas se utilizan 2 manifolds herméticos de recepción para este fin.

**2) ALMACENAMIENTO:** Para el Almacenaje se cuenta con 20 tanques cilíndricos para aceites vegetales, 3 para aceite de

pescado y 5 tanques de almacenamiento para alcohol. La zona de almacenamiento de alcohol está protegida y aislada. Esta zona se denomina IPE (Instalación Portuaria Especial).

**3) EMBARQUE:** El embarque se realiza mediante sistemas independientes de bombeo para el alcohol y para el aceite. Los productos son bombeados por tuberías que recorren las instalaciones y se dirigen a un punto en playa donde se introducen en el mar y están tendidas en el lecho marino en una longitud aproximada de 440m. En el extremo final, cada línea submarina tiene conectada un tren de mangueras submarinas que permanecen sobre el fondo marino y son izadas al buque solo para las operaciones de embarque cuando la nave a cargar está posicionada en el amarradero multiboyas. El régimen promedio de embarque es de 150 TM / hr para el aceite y 170 TM / hr para el alcohol. Se embarcan los siguientes productos:

- Aceite crudo de Soya
- Aceite crudo de Girasol
- Aceite de pescado

- Alcohol etílico de distintas calidades (buen gusto, mal gusto, neutro y extra neutro)

Para la exportación se atienden entre 3 y 4 naves mensuales; en promedio cada nave recibe 3 600 TM de producto. La nave promedio que atracar en el amarradero tiene 180 m. de eslora y 30 000 t de DWT (deadweight tonnage) o tonelaje de peso muerto.

El movimiento del año 2013 hasta el mes de Noviembre ha sido hasta el momento:

Aceite de Soya	:	121,930.47 TM
Aceite de Girasol	:	56,107.90 TM
Alcohol etílico	:	64,159.02 TM
Aceite de pescado:		0.0 TM

### **Infraestructura del terminal**

La operación del terminal de líquidos se realiza en un área total de 141,154.22 m<sup>2</sup>, de los cuales 64,319.82 m<sup>2</sup> corresponden a las instalaciones de la planta en tierra y 76,834.4 m<sup>2</sup> a las áreas acuáticas del amarradero de buques y a las líneas submarinas instaladas.

### **Instalaciones de bombeo y almacenaje**

Para la recepción de los productos a almacenar se cuenta con 8 bombas de recepción de aceites con capacidad promedio de 60 TM/hr y 2 bombas para alcoholes de 80 TM/hr, pudiéndose atender hasta 10 cisternas por hora.

El estacionamiento de espera para los camiones cisterna es de hasta 4,000m<sup>2</sup> con capacidad de 45 cisternas.

El área de almacenamiento de líquidos consta de 28 tanques cilíndricos de acero con capacidades indicadas y destinadas en el cuadro siguiente:

GRAFICO N° 1: Procesos del Terminal de Líquidos (TLT)  
TRAMARSA



Fuente: Trabajos Marítimos S.A. TRAMARSA (TLT), 2015

### **3.5.2. Población**

Población(N) agua del mar de la Bahía Cata Cata (Tramo del líneas hasta 100 metros aguas debajo de la unión del efluente del Terminal de Ilo TRAMARSA y el cuerpo receptor del agua del mar de la Bahía Cata Cata) (ver anexo 1).

### **3.5.3. Muestra**

Muestra(n) efluente de la Trabajos Marítimos S.A. Terminal de Ilo (TLT) y del agua del mar de la Bahía Cata Cata que interactúan con la empresa.

**3.5.4. Muestreo:** Para el estudio se han establecido 2 zonas de muestreo ubicados en zonas puntuales, debido a la influencia de la actividad y el entorno presente (ver anexo 2).

TABLA N° 6: Descripción y ubicación de puntos de Monitoreo de Agua de Mar y Efluente Líquido Terminal de Ilo (TLT) TRAMARSA

<b>Código</b>	<b>Coord. UTM – WGS 84</b>	<b>Descripción de puntos</b>
<b>AM-1</b>	8044344N, 0249157E; 0 msnm	A 100 m de la orilla
<b>AM-2</b>	8044476N, 0249014E; 0 msnm	Entre las dos chatas Hayduic
<b>AM-3</b>	8044638N, 0249021E; 0 msnm	A 100 m de Buque de Carga
<b>EF-1</b>	8044137N, 0249111E; 0 msnm	Exterior de las instalaciones de TRAMARSA - Ilo

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

### 3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.6.1. Instrumentos de recolección de datos

- pH-metro.
- Termómetro
- Cámara fotográfica.
- Recipientes para tomar muestras de agua (botellas de plástico de 1 litro).

#### 3.6.2. Selección y toma de muestra

La toma de muestra se ubicó, específicamente en 4 puntos estratégicos:

- Primer punto AM-1: 100 metros de la orilla del Terminal de Líquidos (TLT) TRAMARSA. Que tiene influencia cuerpo receptor con la actividad almacén de líquidos mencionado.
- Segundo punto AM-2: Entre las dos chatas Hayduk del efluente del Terminal de Líquidos (TLT) TRAMARSA. Que tiene influencia cuerpo receptor con la actividad almacén de líquidos mencionado.

- Tercer punto AM-3: A 100 m de Buque de Carga del Terminal de Líquidos (TLT) TRAMARSA. Que tiene influencia cuerpo receptor con la actividad almacén de líquidos mencionado.
- Cuarto punto EF-1: Exterior de las instalaciones de TRAMARSA – llo emisor de descarga del efluente del Terminal de Líquidos (TLT) TRAMARSA. Que tiene influencia cuerpo receptor con la actividad almacén de líquidos mencionado

Estas muestras fueron representativas e importantes para la investigación.

#### 3.6.3. Técnicas de Recolección de datos

El muestreo se realizó los días 14, 15 y 16 de Octubre 2015, y los parámetros de análisis seleccionados fueron los siguientes: pH del agua y las concentraciones de algunos biológicos. Tales como Aceites y grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Solidos Suspendidos Totales (TSS), Numeración de Coliformes Fecales, pH y T°C. (Anexo 2 y 3).

Las muestras de agua se colocaron en unas botellas plásticas previamente esterilizadas etiquetadas acondicionado en un freezer las que inmediatamente fueron enviadas al laboratorio químico para el

análisis respectivo con el equipo analizador biológico visible por una Empresa privada (Anexo 1)

### 3.7. TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

#### a) Determinación del pH (acidez del agua)

La determinación de la acidez del agua se realizó con el equipo de pH-metro del laboratorio de Servicios Analíticos Generales S.A.C. de la marca HACH BE RIGHT.

#### b) Determinación de parámetros biológico

Con la finalidad de determinar la concentración biológica presentes en el agua de mar y efluentes líquidos, la muestra fue analizada a través del equipo de (espectrofotometría, cromatografía, colorimetría, etc.) en la empresa privada Laboratorios de Servicios Analíticos S.A. Cuyos resultados se presentan en el siguiente capítulo.

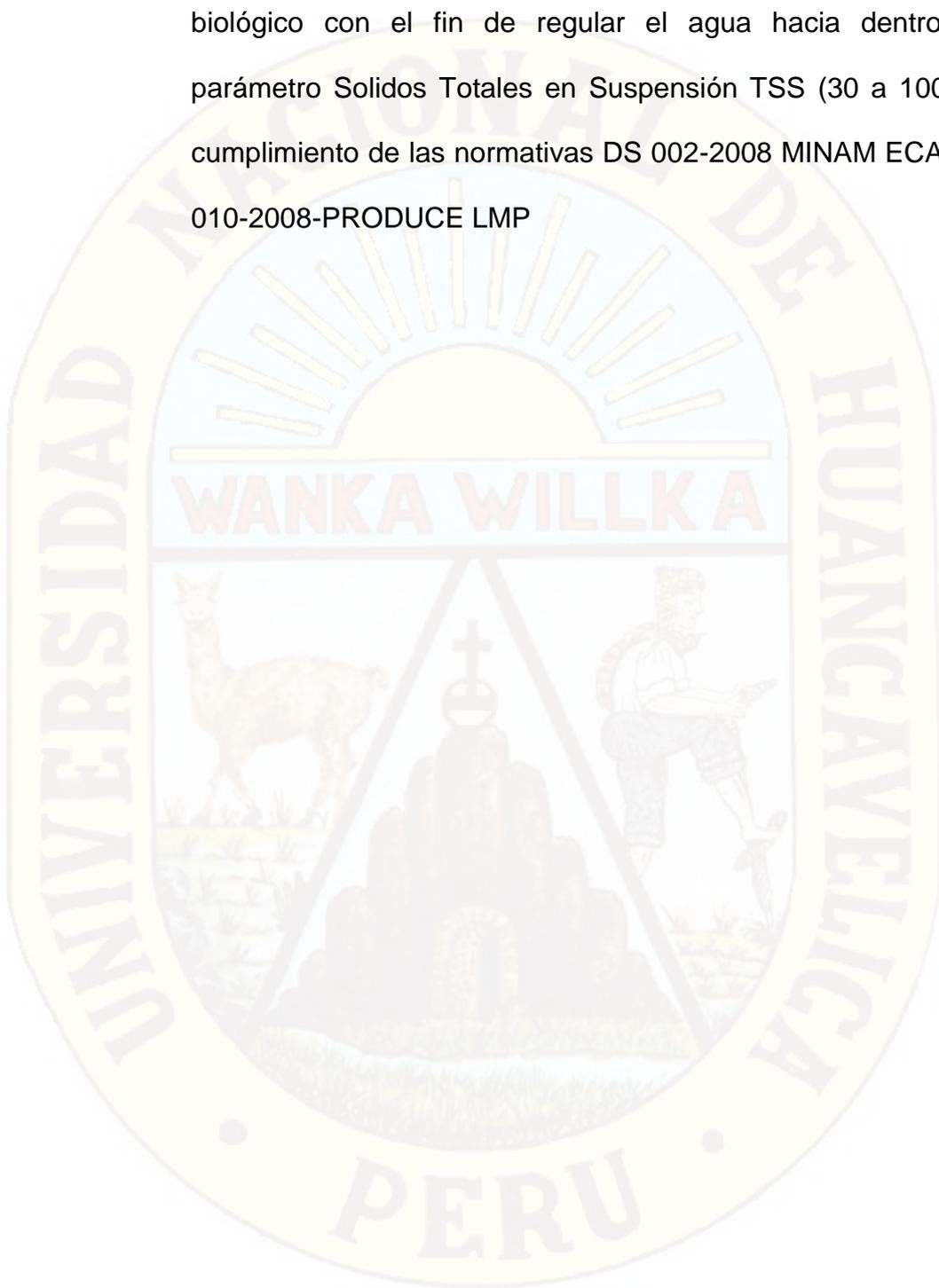
#### c) Técnicas estadísticas

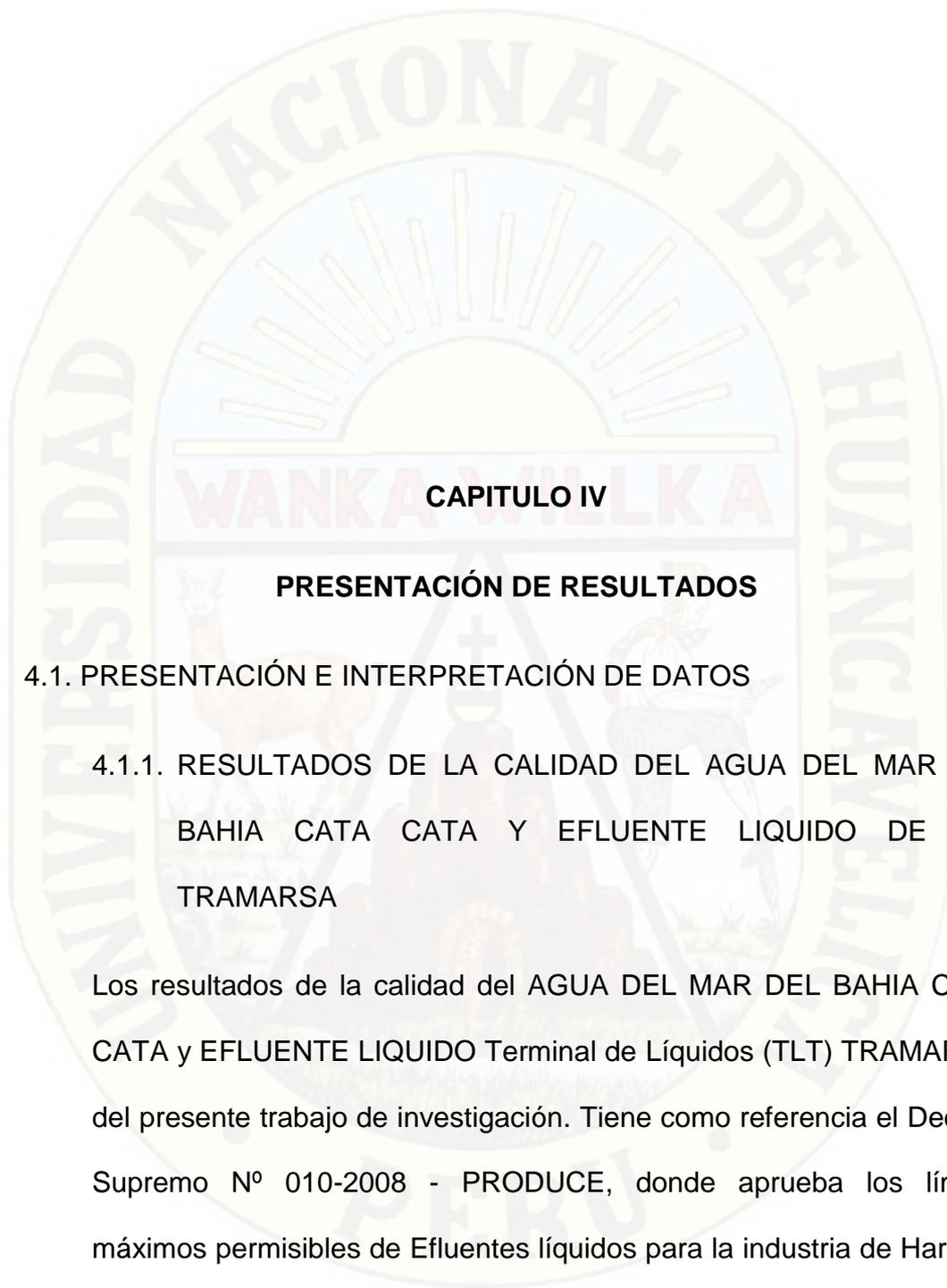
El proceso de tabulación, gratificación y presentación de los resultados se efectuó con principios estadísticos realizados en forma progresiva buscando obtener la tabla de frecuencias, los resultados descriptivos según las variables estudiadas.

### 3.8. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DE HIPOTESIS

- a) Descripción hipótesis N° 1: Los efluentes líquidos emitidos hacia el mar se tratara mediante una planta de tratamiento biológico con el fin de neutralizar el agua hacia una neutralización dentro del parámetro pH (6.5 a 9) en cumplimiento de las normativas DS 002-2008 MINAM ECA/ DS 010-2008-PRODUCE LMP
- b) Descripción hipótesis N° 2: La Calidad vertido al Agua del Mar Cata Cata de Ilo se tratara mediante una planta de tratamiento biológico con el fin de regular el agua hacia dentro del parámetro Aceite y Grasa (1 a 20) en cumplimiento de las normativas DS 002-2008 MINAM ECA/ DS 010-2008-PRODUCE LMP.
- c) Descripción hipótesis N° 3: La Calidad vertido al Agua del Mar Cata Cata de Ilo se tratara mediante una planta de tratamiento biológico con el fin de regular el agua hacia dentro del parámetro Demanda Bioquímica del Oxigeno DBO5 (10 a  $\leq 60$ ) en cumplimiento de las normativas DS 002-2008 MINAM ECA/ DS 010-2008-PRODUCE LMP
- d) Descripción hipótesis N° 4: La Calidad vertido al Agua del Mar Cata Cata de Ilo se tratara mediante una planta de tratamiento

biológico con el fin de regular el agua hacia dentro del parámetro Solidos Totales en Suspensión TSS (30 a 100) en cumplimiento de las normativas DS 002-2008 MINAM ECA/ DS 010-2008-PRODUCE LMP





## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

##### **4.1.1. RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL MAR DEL BAHIA CATA CATA Y EFLUENTE LIQUIDO DE TLT TRAMARSA**

Los resultados de la calidad del AGUA DEL MAR DEL BAHIA CATA CATA y EFLUENTE LIQUIDO Terminal de Líquidos (TLT) TRAMARSA, del presente trabajo de investigación. Tiene como referencia el Decreto Supremo N° 010-2008 - PRODUCE, donde aprueba los límites máximos permisibles de Efluentes Líquidos para la industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias y los valores del Decreto Supremo N° 002 – 2008-MINAM Estándares Nacionales de

Calidad Ambiental del Agua Categoría 2 y 4 conservación de medio acuático/ Ecosistema Marino Costeros – Marinos.

En la actualidad no se establecidos estudios de investigación de condición ambiental del agua del mar del bahía Cata Llo por lo que se está tomándose estudio investigado en agua de mar de bahía de Chancay como referencia

También se tiene como referencia la tesis titulada “Estudio de la Contaminación de las Aguas Costeras en la Bahía de Chancay: Propuesta de Recuperación” realizado por el ing. Carlos Francisco Cabrera Carranza, del estudio se ha podido identificar que la contaminación de las aguas costeras de la bahía de Chancay provocado por el vertido de residuos líquidos industriales y urbanas, ha motivado la presente investigación, cuyo objetivo es conocer la magnitud de la contaminación de las aguas costeras de la bahía de Chancay y su impacto, a fin de proponer medidas de recuperación y control ambiental.

Como resultado de la presente investigación, se conoce que el agua de mar de la bahía de Chancay presenta valores que están muy por encima de la normas vigentes (Ley de Aguas), llegando en casos extremos a 0.00 ml/l de oxígeno disuelto, 120 mg/l de DBO5, 0.00 bits/ind. En diversidad, entre otros, lo cual confirma una alta contaminación.

4.1.2. Resultados de ubicación y descripción de los puntos de toma de muestra.

La Tabla N° 7 resume los puntos de monitoreo establecidos para la presente investigación, realizándose el monitoreo en 4 puntos estratégicos, que se ubicaron en el curso del agua de mar del Bahía de Cata Cata y Efluente líquido de Terminal de Líquidos.

TABLA N° 7: Descripción y ubicación de puntos de Monitoreo de agua de mar de bahía de Cata Cata y Efluente líquido de TLT TRAMARSA

<b>Código</b>	<b>Coord. UTM – WGS 84</b>	<b>Descripción de puntos</b>
<b>AM-1</b>	8044344 N 0249157 E; 0 msnm	A 100 m de la orilla
<b>AM-2</b>	8044476 N 0249014 E; 0 msnm	Entre las dos chatas Hayduic

<b>AM-3</b>	8044638 N 0249021 E; 0 msnm	A 100 m de Buque de Carga
<b>EF-1</b>	8044137 N 0249111 E; 0 msnm	Exterior de las instalaciones de TRAMARSA – Ilo

FUENTE: Elaboración propia, 2015

4.1.3. Resultados establecidos de las mediciones de campo de los puntos de monitoreo.

TABLA N° 8: Resultados de medición de campo (Temperatura y pH)

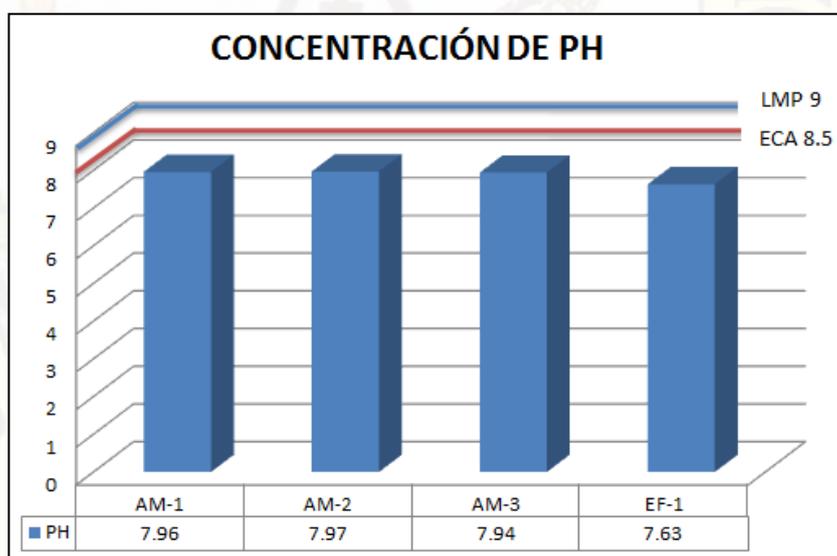
<b>PARAMETRO</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>PH</b>	<b>D.S. N° 010 – 2008 PRODUCE LMP</b>	<b>D.S. 002 – 2008 MINAM ECA</b>
<b>AM-1</b>	<b>18.4</b>	<b>7.96</b>	<b>6 - 9</b>	<b>6.5 – 8.5</b>
<b>AM-2</b>	<b>18.3</b>	<b>7.97</b>	<b>6 - 9</b>	<b>6.5 – 8.5</b>

<b>AM-3</b>	<b>17.9</b>	<b>7.94</b>	<b>6 - 9</b>	<b>6.5 – 8.5</b>
<b>EF-1</b>	<b>24.9</b>	<b>7.63</b>	<b>6 - 9</b>	<b>6.5 – 8.5</b>

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

GRAFICO N° 2: Resultados de la concentración de pH.



FUENTE: Elaboración propia, 2016

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

La Tabla N° 8 y Grafico N° 2 resume los parámetros de pH y Temperatura en el tramo evaluado, donde la temperatura Fluctúa entre 17,9 y 24,9 °C y los valores del pH fluctúan en el rango alcalino (7,63 y 7,97) encontrándose dentro de los límites máximos permisibles por el Ministerio de Produce y por los estándares de calidad del MINAM.

4.1.4. Resultados establecidos de los parámetros biológicos analizados de los puntos de monitoreo.

TABLA N° 9: Resultados de concentración de Aceites y Grasas

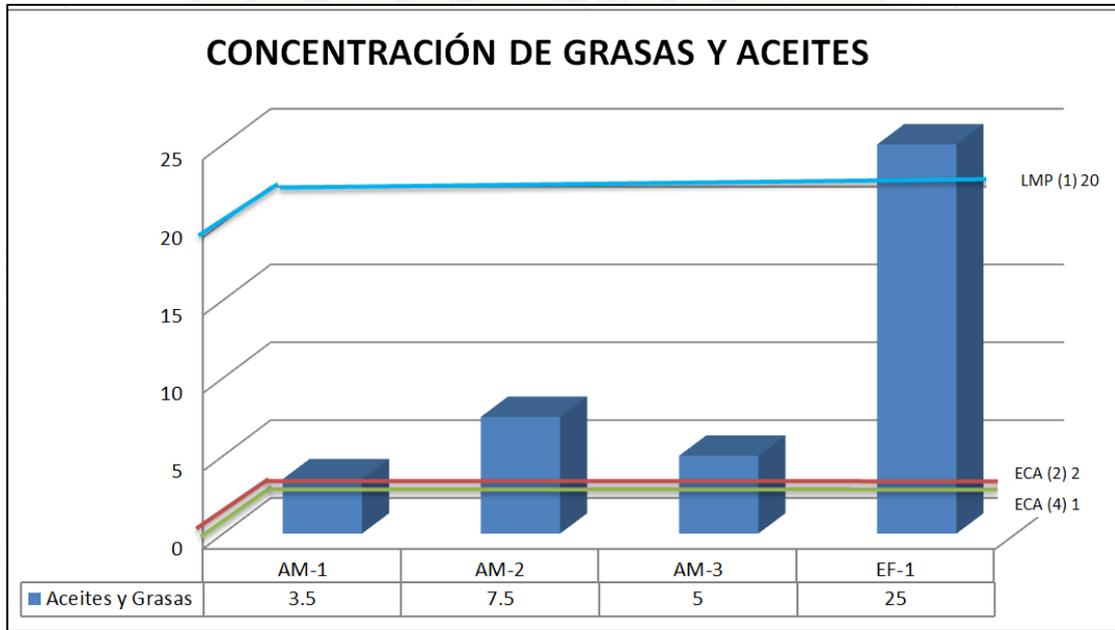
PARAMETRO	AM-1	AM-2	AM-3	EF-1	D.S. N° 010 – 2008 PRODUCE LMP (1) (mg/L)	D.S. 002 – 2008 MINAM ECA (2) (mg/L)	D.S. 002 – 2008 MINAM ECA (4) (mg/L)
<b>Aceites y Grasas</b>	<b>3.5</b>	<b>7.5</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

(2) y (4) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2; Actividades Marino Costeras. y Categoría 4; Conservación del medio acuático/Ecosistemas Marino Costeros – Marinos.

GRAFICO N° 3: Resultados de la concentración de Aceites y Grasas



FUENTE: Elaboración propia, 2016

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

(2) y (4) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2; Actividades Marino

En la Tabla N° 9 y el Grafico N° 3, se observa que se presentan concentraciones de Grasas y Aceites, donde el valor obtenido de EF-1 es 25 mg/L supera lo establecido se encuentran por encima de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Produce y los valores de AM-1 3.5 mg/L, AM-2 7.5

y AM-3 5 supera los estándares de calidad ambiental agua de mar establecidos por el Ministerio del Ambiente.

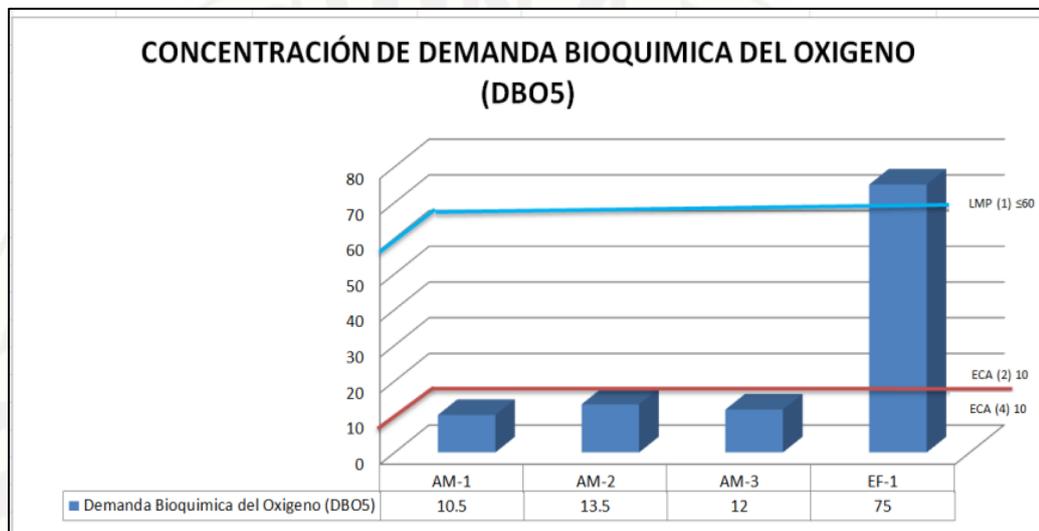
TABLA N° 10: Resultados de concentración de Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5)

PARAMETRO	AM-1	AM-2	AM-3	EF-1	D.S. N° 010 – 2008 PRODUCE LMP (1) (mg/L)	D.S. 002 – 2008 MINAM ECA (2) (mg/L)	D.S. 002 – 2008 MINAM ECA (4) (mg/L)
<b>Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5)</b>	<b>10.5</b>	<b>13.5</b>	<b>12</b>	<b>75</b>	<b>≤60</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

GRAFICO N° 4: Resultados de la concentración de Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5)



FUENTE: Elaboración propia, 2016

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

(2) y (4) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2; Actividades Marino Costeras. y Categoría 4; Conservación del

En la Tabla N° 10 y el Gráfico N° 4 Se observa las concentraciones de Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5), donde el valor obtenido de EF-1 es 75 mg/L supera lo establecido se encuentran por encima de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Produce y los valores de AM-1 10.5 mg/L, AM-2 13.5 y AM-3 12 supera los estándares de calidad ambiental agua de mar establecidos por el Ministerio del Ambiente.

TABLA N° 11: Resultados de concentración de Solidos Totales en Suspensión (TSS)

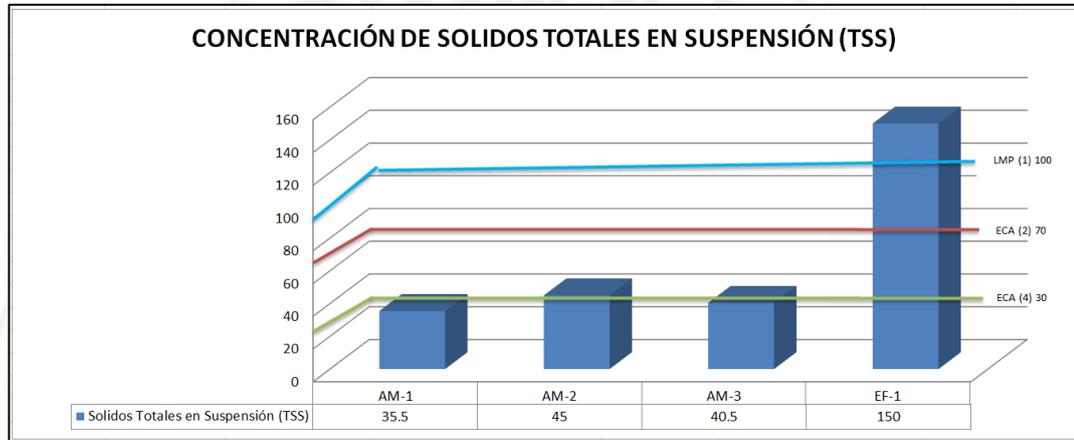
PARAMETRO	AM-1	AM-2	AM-3	EF-1	D.S. N° 010 - 2008 PRODUCE LMP (1) (mg/L)	D.S. 002 - 2008 MINAM ECA (2) (mg/L)	D.S. 002 - 2008 MINAM ECA (4) (mg/L)
<b>Solidos Totales en Suspensión (TSS)</b>	<b>35.5</b>	<b>45</b>	<b>40.5</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	<b>70</b>	<b>30</b>

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

(2) y (4) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2; Actividades Marino Costeras. Y Categoría 4; Conservación del medio

GRAFICO N° 5: Resultados de la concentración de Solidos Totales en Suspensión (TSS)



FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

(2) y (4) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2; Actividades Marino Costeras. Y Categoría 4; Conservación del medio

En la Tabla N° 11 y el Grafico N° 5. Se observa las concentraciones de Solidos Totales en Suspensión (TSS), donde el valor obtenido de EF-1 es 150 mg/L supera lo establecido se encuentran por encima de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Produce y los valores de AM-1 35.5 mg/L, AM-2 45 y AM-3 40.5 supera los estándares de calidad ambiental agua de mar establecidos por el Ministerio del Ambiente.

## 4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.2.1. Calidad del Bahía del Agua del Mar Cata Cata y Efluente Líquido Terminal de Ilo TRAMARSA

Del estudio se ha podido identificar que la Empresa TRAMARSA del Terminal de Ilo (TLT), viene influyendo de manera negativa sobre la calidad del agua del mar del bahía Cata Cata generado por el efluente líquido del Terminal de Ilo TRAMARSA, por un lado, los parámetros biológicos como el Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5), Solidos Totales en Suspensión (TSS), Aceites y Grasas del agua en muchos casos se encuentran por encima de los valores de un cuerpo de agua sin influencia terminal; y por otro lado, es probable que la concentración de biológicos están alterando el ecosistema acuático del agua del mar del lugar debido a las concentraciones que se encuentran en las zonas de influencia del Bahía Cata Cata del Mar. La Tabla N° 4.8 y 4.9 se observa los parámetros analizados de los biológicos y se resume que los parámetros presentan un alto riesgo a la calidad del agua del agua del mar del bahía Cata Cata, debido a que en las concentraciones de Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5), Solidos Totales en Suspensión (TSS), Aceites y Grasas exceden a límites máximos permisibles establecido por el Ministerio de Produce, y también los estándares de calidad ambiental del MINAM.

TABLA N° 12: Resultados de concentración de los parámetros biológicos

PARAMETRO	AM-1	AM-2	AM-3	EF-1	D.S. N° 010 – 2008 PRODUCE LMP (1) (mg/L)	D.S. 002 – 2008 MINAM ECA (2) (mg/L)	D.S. 002 – 2008 MINAM ECA (4) (mg/L)
pH	7.96	7.97	7.94	7.63	6 - 9	6.8 - 8.5	6.8 - 8.5
Aceites y Grasas	3.5	7.5	5	25	20	2	1
Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5)	10.5	13.5	12	75	≤60	10	10
Sólidos Totales	35.5	45	40.5	150	100	70	30

<b>en Suspensi ón (TSS)</b>							
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

(2) y (4) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2; Actividades Marino Costeras. y Categoría 4; Conservación del medio acuático/Ecosistemas Marino Costeros – Marinos.

TABLA N° 13: Resultados de los parámetros biológicos que presentan altas concentraciones

PARAMETRO	AM-1	AM-2	AM-3	D.S. 002 – 2008 MINAM ECA (2) (mg/L)	D.S. 002 – 2008 MINAM ECA (4) (mg/L)	EXCES O % ECA (2)	EXCES O % ECA (4)
Aceites y	3.5	7.5	5	2	1	>600	>700

<b>Grasas</b>							
<b>Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5)</b>	<b>10.5</b>	<b>13.5</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>&gt;500</b>	<b>&gt;900</b>
<b>Sólidos Totales en Suspensión (TSS)</b>	<b>35.5</b>	<b>45</b>	<b>40.5</b>	<b>70</b>	<b>30</b>	<b>&gt;700</b>	<b>&gt;800</b>

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

(2) y (4) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2; Actividades Marino Costeras. y Categoría 4; Conservación del medio acuático/Ecosistemas Marino Costeros – Marinos.

Conforme a los resultados obtenidos, la realidad del agua del mar de la bahía de Cata Cata es muy diferente a la que tratan de mostrar las empresas. El agua del mar viene degradándose año tras año, con la tendencia a que más tarde tengamos un cuerpo de agua de mar en malas condiciones de calidad en los parámetros biológicos por encima de los parámetros establecidos por norma ambiental como ha sucedido con los mares de la bahía de Chancay, Salaverry, Chimbote, Callao, entre otros más; Por lo tanto, es de urgencia una especial atención mediante estudios multidisciplinarios a fin de establecer medidas correctivas de su conservación.

Asimismo, las empresas marítimas generan sangrajes de pez, efluentes líquidos, contaminación por movimiento de camiones, traslado terrestre de aceites de pescados, entre otros más desde las entrañas de la tierra de Ilo, sin importarles el daño que vienen causando a uno de los cuerpos de agua, claro que cuentan con almacenes de aceites de pescados, pero todavía inadecuados, ya que los desechos líquidos que evacúan tienen concentraciones altas de elementos biológicos, concentraciones que se reflejan en el agua.

Además, es muy probable que exista el mínimo control ambiental de las autoridades competentes, el poco interés de hacer cumplir las normas legales, que sí existen, pero que no se aplican. Y que no

formulan y desarrollan proyectos de investigación con fines de conservación del medio ambiente.

#### 4.3.2. Influencia en el Sistema Acuático del Bahía del Agua del Mar Cata Cata y Efluente Líquido del Terminal de Ilo TRAMARSA

La influencia que produce el efluente líquido en el sistema acuático del agua del mar del bahía Cata Cata es dramático, puesto que son serios los daños que ocasionan en la fauna y flora acuática, un caso común es del aceites, grasas, sólidos totales en suspensión, demanda bioquímica del oxígeno, etc. ya que una vez que el DBO<sub>5</sub>, aceites, grasas, Sólidos Totales en Suspensión, etc. ha llegado al suelo acuático profundidad del mar del bahía Cata Cata permanece ahí indefinidamente, esto representa un serio problema.

En resumen, el principal efecto del DBO<sub>5</sub>, aceites, grasas, Sólidos Totales en Suspensión, etc. en el medio ambiente abiótico es su acumulación en los diversos sustratos. Se sabe que el DBO<sub>5</sub>, aceites, grasas, Sólidos Totales en Suspensión, etc. afecta adversamente a todos los organismos, en concentraciones fuera del estándar y LMP, este elemento biológico infección al sistema orgánicos de las especies acuáticas.

Las plantas marinas acuáticas como las algas que crecen en suelos contaminados por este elemento tienden a concentrarlo sobre todo en

su sistema radicular. Algunos animales acuáticos, tienden a acumular DBO5, aceites, grasas, Sólidos Totales en Suspensión, etc. y pueden ser una de las rutas por las que este elemento entra a las cadenas alimenticias. En este caso, los demás eslabones serán los principales afectados.

En cuanto a la contaminación del ecosistema acuático del Agua del Mar del Bahía Cata Cata Ilo tras los inicios de las actividades marítimas años atrás se ocasionaron extinciones (desaparición) de especies de habita fauna y flora acuática como son:

#### 4.3.2.1. Fauna Acuática

- **Aves Guaneras:** Pelicanos, Guanay, Gaviota, Piquero, etc.
- **Peces:** Lenguado, Corvina, Sargo, Pejerrey entre otros.
- **Moluscos:** Caracol, Abalon, Choro, Estrella del Mar, Erizo, Pulpo, Calamar, entre otros.
- **Reptiles y crustáceos:** Jaiba, Cangrejo, Araña de Mar, etc.
- **Mamífero acuático:** Lobos marinos

#### 4.3.2.2. Flora Acuática

- **Flora:** Plancton, Bentos, Fitoplancton, Zooplancton, Algas azules, negras y verdes.

#### 4.3.3. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA

La alternativa de solución al problema de la concentración biológica del efluente líquido de la Empresa TRAMARSA Terminal de Ilo es primeramente recircular el agua industrial pasivo (almacén temporal de líquidos) en el proceso y evitar su vertimiento al cuerpo receptor previa tratamiento biológico.

Actualmente se está generando costos elevados en su tratamiento, debido a que la Empresa TRAMARSA Terminal de Ilo viene hacer una empresa mediana a comparación de la Empresa pesquera Hayduk Por ese motivo no se está tratando el agua del efluente líquido debidamente.

4.3.3.1. Propuesta en el costo que tendría que asumir la Empresa Terminal de Ilo TRAMARSA para el tratamiento de sus efluentes líquidos.

El presupuesto para la construcción de un sistema de tratamiento de efluentes líquidos esta detallado desde las obras preliminares, movimiento de tierras, obras civiles y equipos necesarios teniendo un costo total de USD 113 796,16 Dólares Americanos.

TABLA N° 14: Presupuesto de costo total de Planta de  
Tratamiento de Aguas Residuales Domestico

APROBACION	No de OS	PROVEEDOR	DETALLE	MONTO	MONEDA	USUARIO FINAL	IMPUTACION	
<b>GERENCIA</b>	4530907538	CONSTRUCTORA	CONSTRUCCION	113	USD	LOGISTICA	ORDEN DE	
<b>ADM.</b>		Y CONSULTORA	DE PTARD	796,16		ILO		INVERSION
<b>FINANZA</b>		SIN MUROS						

FUENTE: Terminal de Líquidos (TLT) TRAMARSA., 2015

El sistema a construir esta previsto para el tratamiento de un caudal de 0.1157 Lt /seg = 10 m<sup>3</sup>/día para 30 personales que por cada personal consume 150 litros por 10 horas de horario de trabajo que es lo que viene produciendo actualmente El terminal de Ilo de TRAMARSA, A continuación se detalla los costos a los cuales tendría que incurrir la empresa en la implementación de una planta de tratamiento para aguas de terminal marítimo.

TABLA N° 15: Presupuesto para la Implementación de una Planta de  
Tratamiento de agua residuales domestico y/o biológico del Terminal de Ilo  
TRAMARSA

ACTIV. N°	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL (\$)
1.00	OBRAS PRELIMINARES	m3, TAREA	140.38	35.35	4 962,57
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	m3	388.76	12.20	4 742,82
3.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	m3, m2, Kg	1 835.79	11.14	20 450,70
4.00	COLUMNAS, MUROS CANALETAS, ESCALERAS	m3 m2	271.70	51.71	11 257,47

5.00	EQUIPOS VARIOS	UNID.	35.04	95.50	3 346,10
6.00	CONSULTORÍA	TAREAS	-----	-----	21 597,53
7.00	PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES DOMESTICO Y BIOLOGICO	Unidad	1	47 438,97	47 438,97
<b>COSTO TOTAL USD \$:</b>					<b>113 796,16</b>

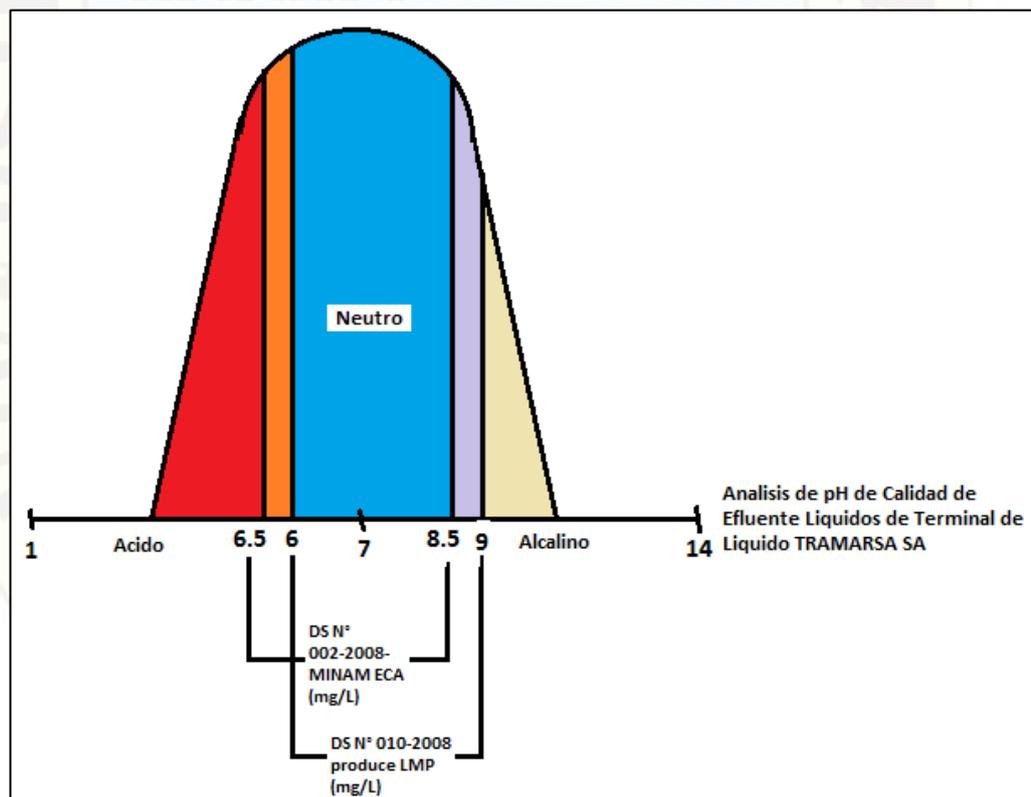
FUENTE: Elaboración propia, 2015.

#### 4.3. PROCESO DE PRUEBA DE HIPOTESIS

Prueba N° 1: Con la determinación paramétrico de acuerdo a normativa del pH se determinara la calidad del efluente líquido del mar de bahía Cata Cata de Ilo.

GRAFICO N° 6: Determinación de lectura en prueba de Hipótesis del

pH

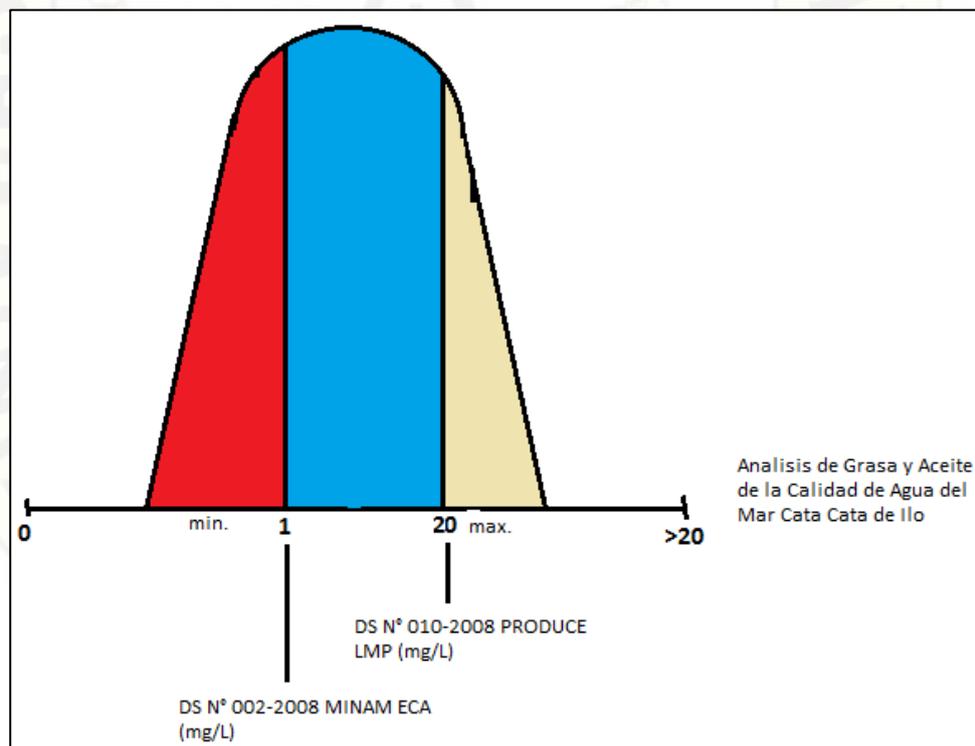


FUENTE: Elaboración propia, 2015.

Prueba N° 2: Con la de determinación en la concentración biológica (Aceites- grasas, Solidos totales en suspensión y Demanda Bioquímica del Oxígeno DBO5) del efluente líquido del mar de bahía Cata Cata determinará el grado de contaminación.

a) Determinación paramétrico de acuerdo a normativa de concentración de análisis de Grasa y Aceite (parámetro biológico)

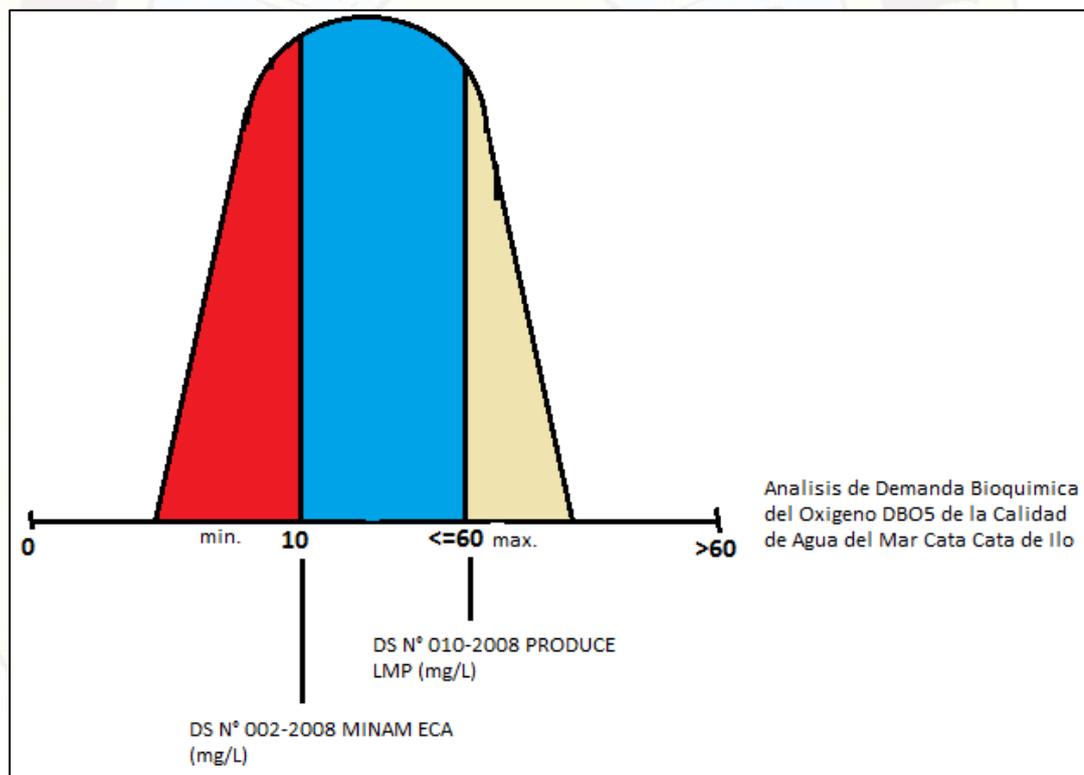
GRAFICO N° 7: Determinación de lectura en prueba de Hipótesis del Aceites y Grasas



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

b) Determinación de concentración paramétrico de acuerdo a normativa de análisis de Demanda Bioquímica del Oxígeno DBO5 (parámetro biológico)

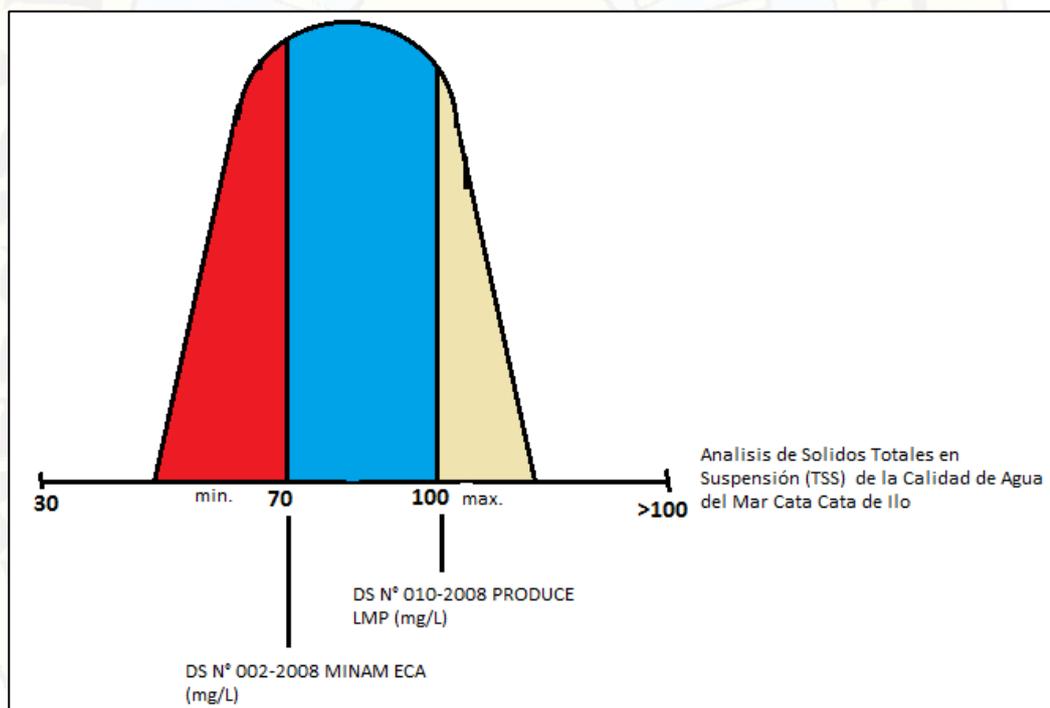
GRAFICO N° 8: Determinación de lectura en prueba de Hipótesis de la Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5)



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- c) Determinación de concentración paramétrico de acuerdo a normativa de análisis de Solidos Totales en Suspensión TSS (parámetro biológico)

GRAFICO N° 9: Determinación de lectura en prueba de Hipótesis de Solidos Totales en Suspensión (TSS)



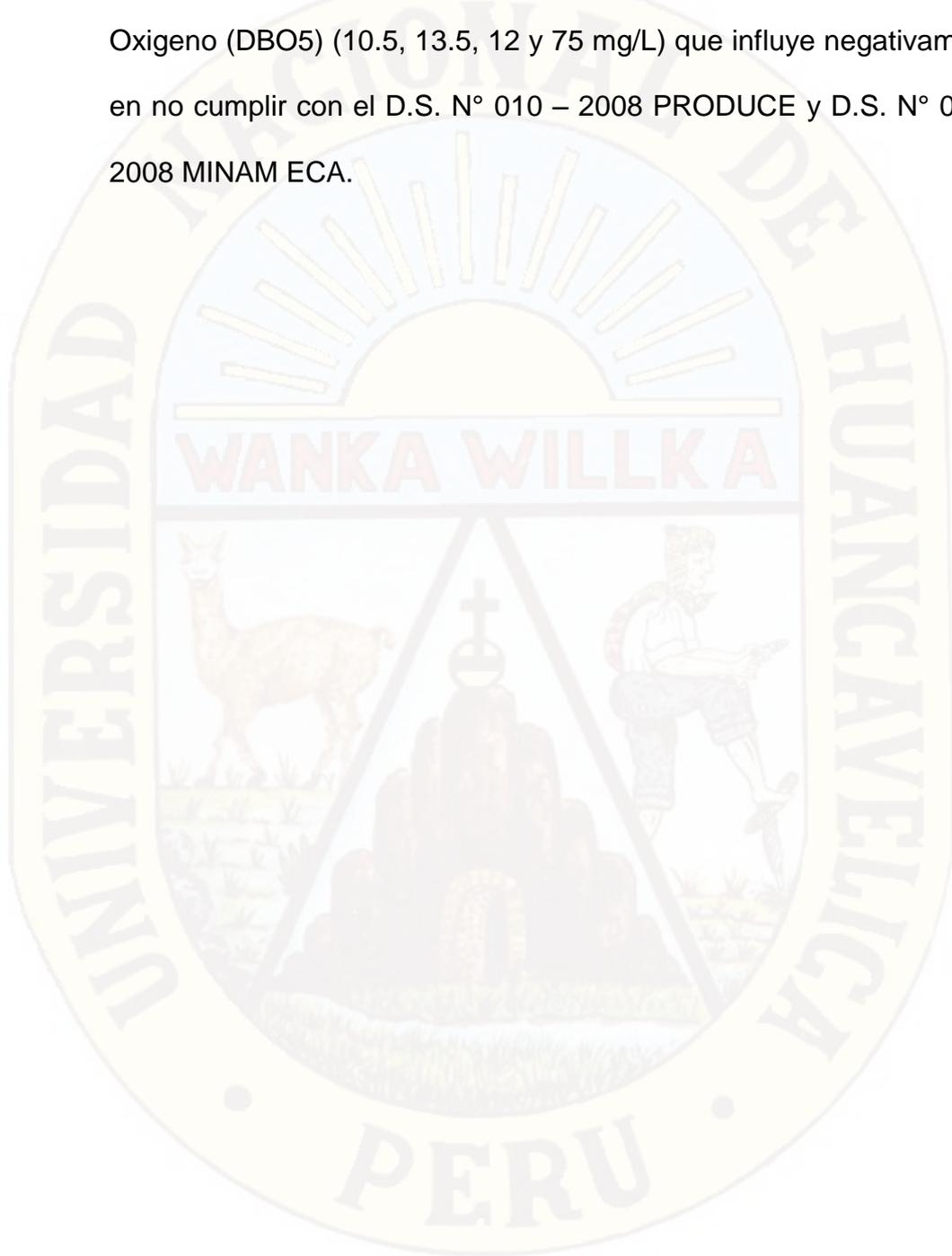
FUENTE: Elaboración propia, 2015.

## CONCLUSIONES

A la finalización de la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. En la evaluación del líquido residual de la Bahía del Mar Cata Cata que genera la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. de forma continua se determina que se encuentra contaminado debido a la generación de agua residuales generado por los puertos marítimos por el cual representa que las especies de habita fauna (lenguado, corvina, sargo, pejerrey, etc) y flora (algas, fitoplancton, zooplancton, etc) se encuentra en proceso de extinción
2. El rango del pH del efluente liquido de ingreso exterior del mar de la bahía Cata Cata comprende la estación de monitoreo en los resultados AM-1 = 7.96, AM-2 = 7.97, AM-3 = 7.63 e interior EF = 7.63 se encuentra dentro del D.S. N° - 2008 produce LMP que oscila entre 6 a 9 y D.S. 002 – 2008 MINAM ECA que está en el patrón de 6.5 a 8.5 tal como se muestra en el cuadro comparativo que representa que esta neutro dentro de lo permitido ambientalmente en el ecosistema acuático mencionado.
3. La concentración biológica del ecosistema acuático de la bahía del mar Cata Cata se han llegado a establecer la medición que representa los resultados con respecto a AM-1, AM-2, AM-3 y EF-1

Aceites y Grasas (3.5, 7.5, 5 y 25 mg/L) y Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5) (10.5, 13.5, 12 y 75 mg/L) que influye negativamente en no cumplir con el D.S. N° 010 – 2008 PRODUCE y D.S. N° 002 – 2008 MINAM ECA.



## RECOMENDACIONES

- Ejecutar el Plan de Monitoreo Ambiental de Calidad del Agua del Mar para su correspondiente evaluación comparativo con la normativa el D.S. N° 010-2008-Produce LMP y D.S. N° 002-2008-MINAM por el cual se emite desde el año 2015 hasta la actualidad el informe Trimestral al Ministerio de Produce y Ministerio del Ambiental que en la actualidad es fiscalizable por la OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental) hacia los puerto de líquido con el fin de evitar extinción de especies marítimas de flora y fauna.
- Organizar el comité ecológico marítimo para el programa de Responsabilidad Social y Ambientalmente mediante el plan participativo de la comunidad de la zona aledaña que desde el año 2015 hasta la actualidad participan semestralmente con el fin de ser concientizados mediante capacitación teórico y práctico en cuanto al monitoreo ambiental con el uso del equipo pHmetro en medición insitu del pH de la calidad del agua a fin de evitar la alcalinidad y acidez en el mar de la bahía de Cata Cata Ilo antes, durante y final de la operaciones marítimas manteniendo un rango del pH neutro entre (6.5 a 8.5).
- Mediante este proyecto de investigación la Empresa Trabajos Marítimos S.A. tiene que cumplir y mejorar mediante otros trabajos de investigación en el análisis de parámetros físico, químico y biológico a

fin de tener un mejor control permanente indicador de la calidad del agua y eficiencia de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Biológico en el proceso de tratar las aguas residuales que van hacia la Bahía del Mar Cata Cata por lo que actualmente los parámetros de Aceites y Grasas, Sólidos Totales en Suspensión y Demanda Bioquímica del Oxígeno se encuentra fuera de los LMP (Límites Máximos Permisibles) y ECA (Estándar de Calidad Ambiental) con respecto a los resultados analizados por Laboratorio Ambiental.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFIA

- Arce, L. (2012). *Urbanización sostenible: descentralización de tratamiento de aguas residuales*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Baca, M. (2012). *Tratamiento de los efluentes domésticos mediante los humedales artificiales para el riego de áreas verdes del distrito de San Juan de Marcona*. Callao, Perú: Universidad Nacional del Callao.
- Barriga, C. (1996). *Elementos de investigación científica*. Lima, Perú: Universidad Nacional de San Marcos.
- Caballero, A. (2013). *Metodología integral innovadora para planes y tesis*. México: CENGAFE Learning.
- Cabrera, C. (2002). *Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay: propuesta de recuperación*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas.
- Domenech, X. (1993). *Química ambiental de los residuos*. Madrid, España, Primera Edición. Ediciones Miraguano, S.A. de C.V.
- Espinoza, R. (2010). *Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores*. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: Mc Graw-Hill.

García, R. (1996). *La contaminación del mar: fuentes, toxicidad, degradación y eliminación de contaminantes*. Madrid, España: Universidad de Oviedo.

García, Z. (2012). *Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas*. Lima, Perú : Universidad Nacional de Ingeniería. Escuela Ambiental.

Kerlinger. F. (2000). *Investigación del comportamiento*. México D.F.: Mc Graw-Hill.

Méndez, F. (2010). *Propuesta de un modelo socio económico de decisión de uso de aguas residuales tratados en sustitución de agua limpia para áreas verdes*. Lima, Perú : Primera Edición. Universidad Nacional de Ingeniería.

Mendiguchía, C. (2005). *Utilización de ultratrazas de metales pesados como trazadores de los efectos antropogénicos producidos en ecosistemas acuáticos*. Cádiz, España: Universidad de Cádiz.

Oseña, D. (2011). *Metodología de la investigación*. Huancayo, Perú: Pirámide.

Romero, P. (2013). *Evaluación de alternativas para el tratamiento de lixiviados en el relleno sanitario Antanas del Municipio de San Juan de*

*Pasto en Colombia. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.*

Romero, T. y Santiso, P. (2014). *Caracterización de las aguas residuales de la empresa procesadora de alimentos PRODAL, Cuba. La Habana, Cuba: CILL, Ingeniería Hidráulica y Ambiental.*

Sierra, R. (1988). *Técnicas de investigación social Madrid, España: Paraninfo.*

Tamayo, J. (1993). *Fundamentos de la investigación científica. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*

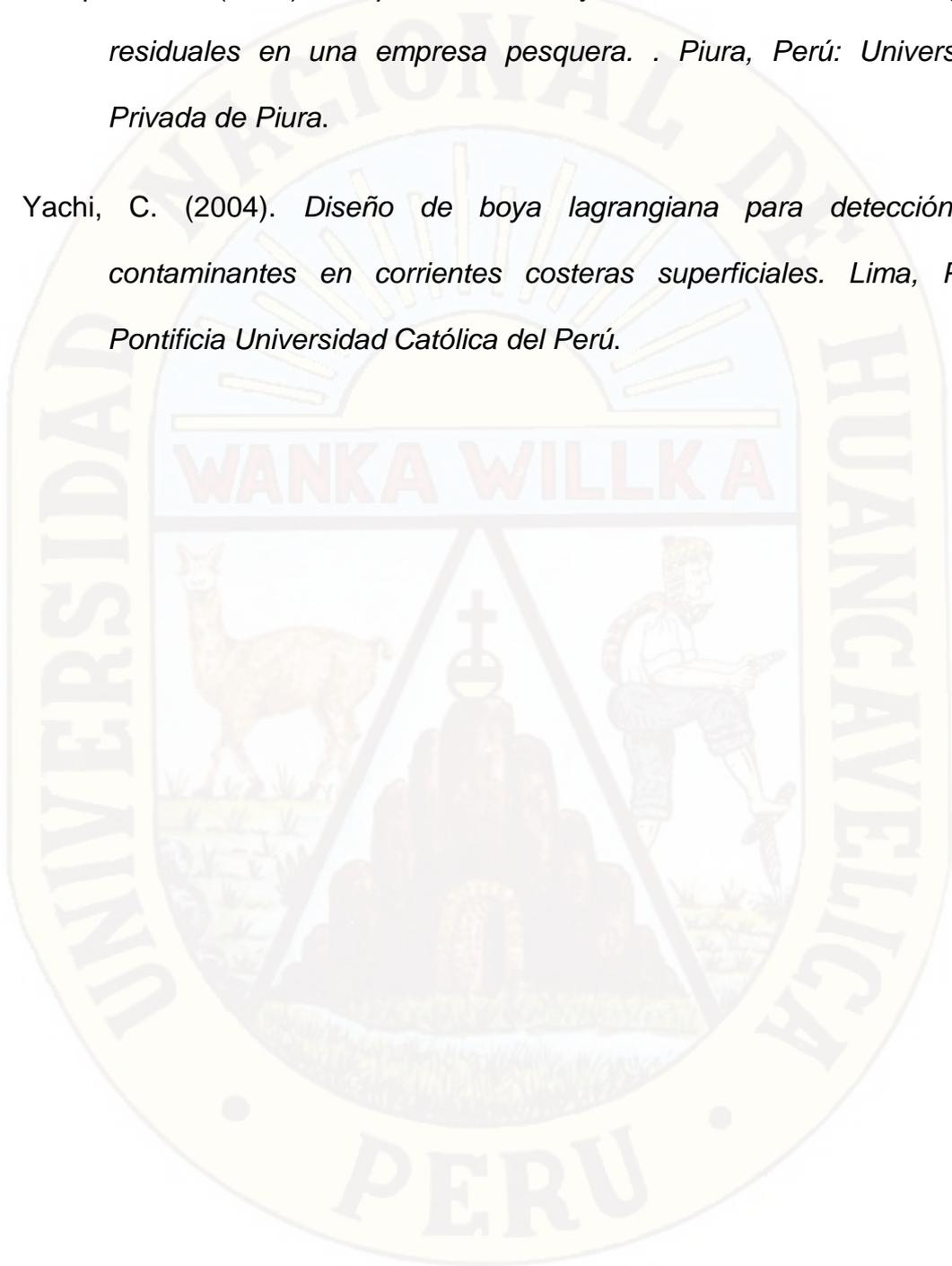
Toledo, J. (2008). *Propuesta de aplicación de la metodología beneficio costo (B/C) para la evaluación económica de proyectos de plantas de tratamientos de aguas residuales (PTAR)". Lima, – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.*

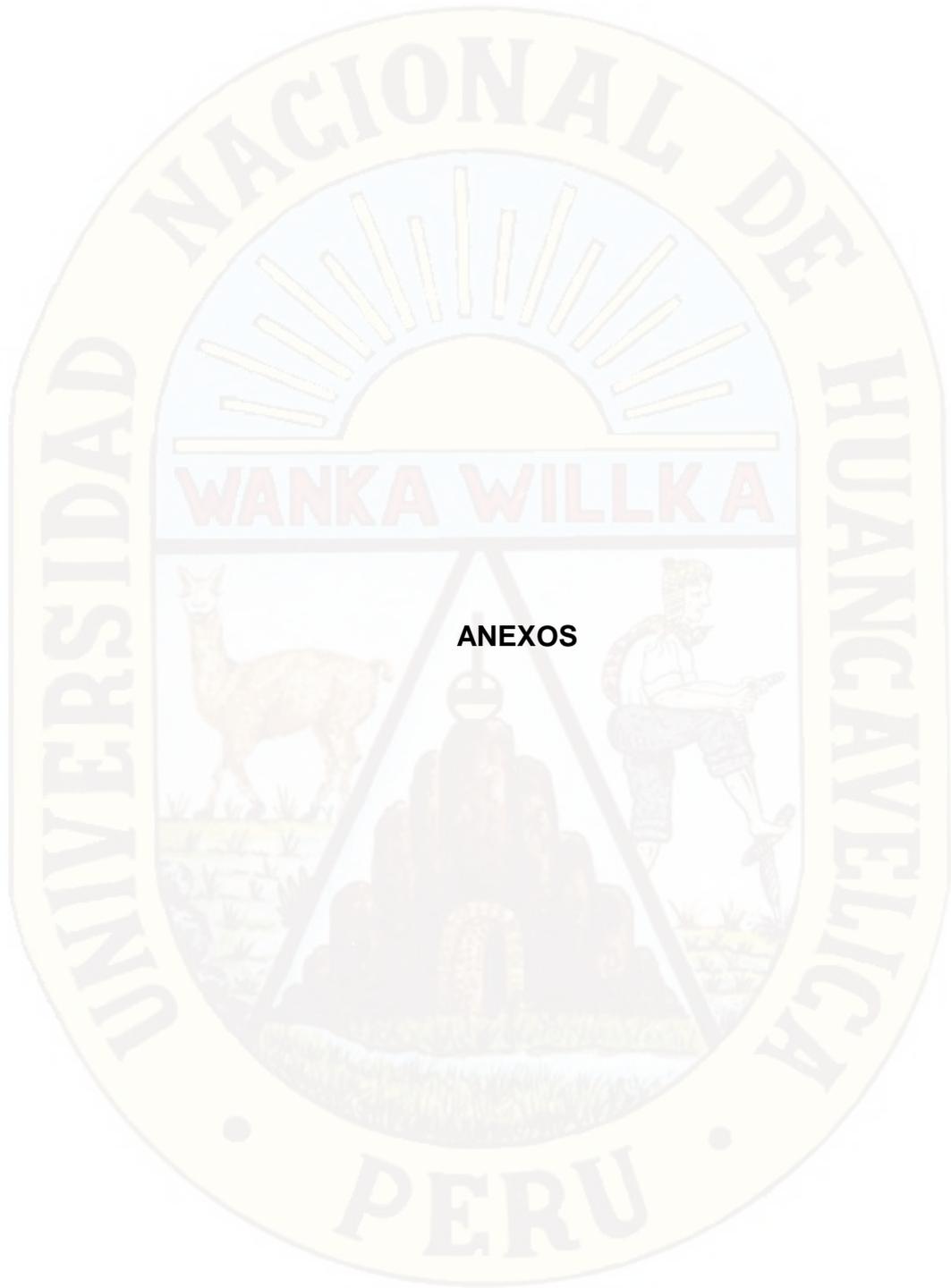
Universidad Cesar Vallejo. (2010). *Diseño y desarrollo del trabajo de investigación. Lima, Perú: Facultad de Educación.*

Vallejo, A. (2010). *Niveles de contaminación en el Litoral sur de la bahía de Talara por aceites – grasas y metales pesados. Piura, Perú: Universidad de Piura.*

Vásquez, A. (2013). *Propuesta de mejora de tratamiento de aguas residuales en una empresa pesquera. . Piura, Perú: Universidad Privada de Piura.*

Yachi, C. (2004). *Diseño de boya lagrangiana para detección de contaminantes en corrientes costeras superficiales. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.*





**ANEXOS**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO:** EVALUACIÓN DEL VERTIMIENTO DE LÍQUIDO RESIDUAL Y CONCENTRACIÓN BIOLÓGICA POR LA EMPRESA DE TRABAJOS MARÍTIMOS S.A. EN EL ECOSISTEMA ACUÁTICO EN LA BAHÍA DEL MAR CATA CATA, ILO - MOQUEGUA, AÑO 2015.

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLE E INDICADORES</b>	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>
<p><b><u>Problema General</u></b></p> <p>¿Cómo influye la evaluación del vertido del efluente líquido residual y concentración biológica en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata por la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en Ilo – Moquegua, año 2015.</p>	<p><b><u>Objetivo General</u></b></p> <p>Evaluar el vertido del efluente líquido residual y concentración biológica en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata por la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en Ilo – Moquegua, año 2015.</p>	<p><b><u>Hipótesis General</u></b></p> <p>La evaluación del vertido del efluente líquido residual y concentración biológica de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. influye</p>	<p><b><u>Variable Dependiente</u></b></p> <p>Ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata, Ilo – Moquegua.</p> <p><b><u>Dimensiones:</u></b></p> <p>Estándar de Calidad Ambiental (Afluente -</p>	<p><b><u>Tipo :</u></b></p> <p>Aplicada.</p> <p><b><u>Nivel:</u></b></p> <p>Explicativa.</p> <p><b><u>Diseño:</u></b></p> <p>El diseño de la investigación es Descriptivo no experimental.</p>	<p><b><u>Población</u></b></p> <p>Población (N) cuerpo receptor el Ecosistema Acuático en la Bahía del mar Cata Cata (Tramo del líneas hasta</p>

<p>Trabajos Marítimos S.A. en Ilo – Moquegua, año 2015?</p> <p><b><u>Problema Específico</u></b></p> <p>a. ¿Cuál es el rango de pH del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015.</p>	<p><b><u>Objetivo Especifico</u></b></p> <p>a. Determinar el rango de pH del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015.</p> <p>b. Determinar la concentración biológica</p>	<p>significativamente en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata que influye en Ilo – Moquegua, año 2015.</p> <p><b><u>Hipótesis Específico</u></b></p> <p>a. El rango de pH del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos</p>	<p>Exterior)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites y Grasas</li> <li>• Solidos Totales en Suspensión</li> </ul> <p><b><u>Variable Independiente</u></b></p> <p>Efluente líquido residual y concentración biológica</p> <p><b><u>Dimensiones:</u></b></p> <p>Límites Máximos Permisible (Efluente - Interior)</p>	<p><b>M:</b></p> <p><math>O_x \longrightarrow O_y</math></p> <p><b>Donde :</b></p> <p>M = Muestra.</p> <p><math>O_x</math> = Observación de la Variable Indep.</p> <p><math>O_y</math> = Observación de la Variable Depend.</p>	<p>100 metros aguas debajo de la unión del efluente de la Empresa Trabajos Marítimos S.A.)</p> <p><b><u>Muestra</u></b></p> <p>Muestra (n) de efluente por la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. hacia el</p>
---	---	---	---	---	---

<p>Moquegua, año 2015?</p> <p>b. ¿Cuánto es la concentración biológica en el área de influencia del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo,</p>	<p>en el área de influencia del efluente líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015.</p>	<p>Marítimos S.A. influye significativamente en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015.</p> <p>b. La concentración biológica en el área de influencia del efluente</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH</li> <li>• Biológico</li> </ul>	<p><b>Técnicas e Instrumentos:</b></p> <p>- Observación: ficha de observación directa e indirecta</p> <p><b>Técnicas de Procesamiento de datos</b></p> <p>Medidas de tendencia central.</p> <p>Medidas de dispersión.</p>	<p>Ecosistema Acuático en la Bahía del mar Cata Cata que interactúan con la empresa mencionado.</p>
--	--	---	---	---	---

<p>departamento de Moquegua, año 2015?</p>		<p>líquido residual de la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. influye significativamente en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata en la provincia en Ilo, departamento de Moquegua, año 2015.</p>		<p>Medidas de Regresión y Correlación. Software Everfe V 2.24. Software Islab 2000. <b>Para el análisis e interpretación de datos</b> se desarrollará a través de la aplicación de la estadística</p>	
--	--	---	--	---	--

				<p>descriptiva (cuadros y gráficos estadísticos).</p> <p>Para la docimasia de la hipótesis se utilizará la rho de Spearman and Brown, y/o t de Student para no experimentales con el nivel de significancia del 5%.</p>	
--	--	--	--	---	--

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### USO DE INSTRUMENTOS EN CAMPO PARA MONITOREO AMBIENTAL DE CALIDAD DE EFLUENTE LIQUIDO Y AGUA DE MAR CATA CATA DE ILO – TERMINAL LIQUIDO TRAMARSA S.A.

**pH-metro**



**Cámara fotográfica**



**Recipiente para tomar muestras de agua (botellas de plásticos de 1Litro)**



**Termómetro**



**a) DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA DE MAR**

TABLA N° 16: Cuadro de especificación técnica del equipo medición de la calidad del agua del Mar - Multiparametro y Termómetro

EQUIPO	MARCA	MODELO	UTILIZACIÓN	N° DE SERIE
Multiparámetro	WTW	3320	Medición de parámetros de campo(pH, Temperatura , Oxígeno Disuelto)	14280648
Termómetro	TRACEABLE	4371	Medición de temperatura	130517255

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

**b) DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS MONITOREO DE EFLUENTE LIQUIDO**

TABLA N° 17: Cuadro de especificación técnica del equipo medición de la calidad del agua del Efluente Liquido - Multiparametro y Termómetro

EQUIPO	MARCA	MODELO	UTILIZACIÓN	N° DE SERIE
Multiparámetro	WTW	3320	Medición de parámetros de campo(pH, Temperatura , Oxígeno Disuelto)	14280648
Termómetro	TRACEABLE	4371	Medición de temperatura	130517255

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

## BASE DE DATOS

### a) Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua de Mar

#### FICHA N° 01

FIGURA N° 3: Ficha de cadena de custodia de medición In situ muestreo de Calidad del Agua del Mar de la Bahía Cata Cata (Estación AM-1 y AM-2)

<i>Nombre del cliente:</i>	TRABAJOS MARITIMOS S.A.	
<i>Proyecto :</i>	TRAMARSA	
<i>Ubicación:</i>	ILO - MOQUEGUA	
<i>Número y Ubicación del punto de monitoreo</i>		
AM-1	AM-2	
<i>Descripción de la ubicación del punto de monitoreo:</i>		
<i>A 100 m de la orilla</i>	<i>Entre las dos chatas Hayduic</i>	
<i>Coordenadas UTM (Puntos de monitoreo)</i>		
0249157 E ; 8044344 N ; 0 msnm WGS 84	0249014 E ; 8044476 N ; 0 msnm WGS 84	
		

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

## FICHA N° 02

FIGURA N° 4: Ficha de cadena de custodia de medición In situ muestreo de  
Calidad del Agua del Mar de la Bahía Cata Cata (Estación AM-3)

<i>Nombre del cliente:</i>	TRABAJOS MARITIMOS S.A.
<i>Proyecto :</i>	TRAMARSA
<i>Ubicación:</i>	PROVINCIA DE ILO DEPARTAMENTO DE - MOQUEGUA
<i>Número y Ubicación del punto de monitoreo</i>	
AM-3	
<i>Descripción de la ubicación del punto de monitoreo:</i>	
A 100 m de Buque de Carga	
<i>Coordenadas UTM (Puntos de monitoreo)</i>	
0249021 E ; 8044638 N ; 0 msnm WGS 84	
	

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

**b) Estaciones de Monitoreo de Calidad de Efluente Liquido**

**FICHA N° 03**

FIGURA N° 5: Ficha de cadena de custodia de medición In situ muestreo de Efluente Liquido Tramarsa exterior (Estación EF-1)

<i>Nombre del cliente:</i>	TRABAJOS MARITIMOS S.A.
<i>Unidad:</i>	TRAMARSA-ILO
<i>Ubicación:</i>	PROVINCIA DE ILO DEPARTAMENTO DE - MOQUEGUA
<i>Número y Ubicación del punto de monitoreo</i>	
EF-1	
<i>Descripción de la ubicación del punto de muestreo:</i>	
<i>Exterior de las instalaciones de TRAMARSA-Ilo</i>	
<i>Coordenadas UTM (Puntos de monitoreo):</i>	
0249111 E ; 8044137 N ; 0 msnm WGS 84	
	

FUENTE: Servicios Analíticos Generales S.A.C., 2015

**c) Ubicación Satelital de Monitoreo de Calidad de Agua de Mar**

FIGURA N° 6: Ubicación satelital Muestreo en el Mar en el Bahía Cata Cata



FUENTE: Google Earth, 2015

**d) Ubicación Satelital de Monitoreo de Efluente Líquido**

FIGURA N° 7: Ubicación satelital Muestreo del Efluente Líquido Tramarsa



FUENTE: Google Earth, 2015

## e) Cuadro de Resultado de Calidad de Agua de Mar

FIGURA N° 8: Informe de Resultado de Monitoreo del Agua del Mar

## VI RESULTADOS DEL MONITOREO

### 6.1 RESULTADOS

#### 6.1.1 AGUA DE MAR:

DATOS	ESTACIONES		
	AM-1	AM-2	AM-3
Fecha	28-10-2015	28-10-2015	28-10-2015
Hora	09:00 A.M.	10:00 A.M.	11:00 A.M.

PÁRAMETROS	ESTACIONES DE MUESTREO			UNIDAD	ECA <sup>(2)</sup>	ECA <sup>(4)</sup>
	AM-1	AM-2	AM-3			
<b>Parámetros de Campo</b>						
pH	7.96	7.97	7.94	Unid. pH	6.8-8.5	6.8 – 8.5
Temperatura	18.4	18.3	17.9	celsius	---	---
<b>Parámetros analizados en laboratorio</b>						
Aceites y Grasas (HEM)	3.5	7.5	0.5	mg/L	2	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	10.5	13.5	12	mg/L	10	10
Sólidos suspendidos totales (TSS)	35.5	45	40.5	mg/L	70	30

(2); (4) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2; Actividades Marino Costeras y Categoría 4; Conservación del medio acuático/Ecosistemas Marino Costeros – Marinos.

## f) Cuadro de Resultado de Efluente Líquido

FIGURA N° 9: Informe de Resultado de Monitoreo del Efluente Líquido

### 6.1.2 EFLUENTES LÍQUIDOS:

DATOS	ESTACIONES
	EF-1
Fecha del monitoreo	28-10-2015
Hora del monitoreo	12:00 P.M.

PARÁMETRO	EFLUENTES	UNIDAD	LMP <sup>(1)</sup>
	EF-1		
<b>Parámetros tomados en campo</b>			
pH	7.63	Unid. pH	6-9
Temperatura	24.9	°C	---
<b>Parámetros tomados de Laboratorio</b>			
Aceites y Grasas (HEM)	25.0	mg/L	20
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	75.0	mg/L	≤60
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	123.0	mg/L	---
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	150.0	mg/L	100
Numeración de Coliformes Fecales <sup>2</sup>	79 x 10 <sup>2</sup>	NMP/100mL	---

o N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

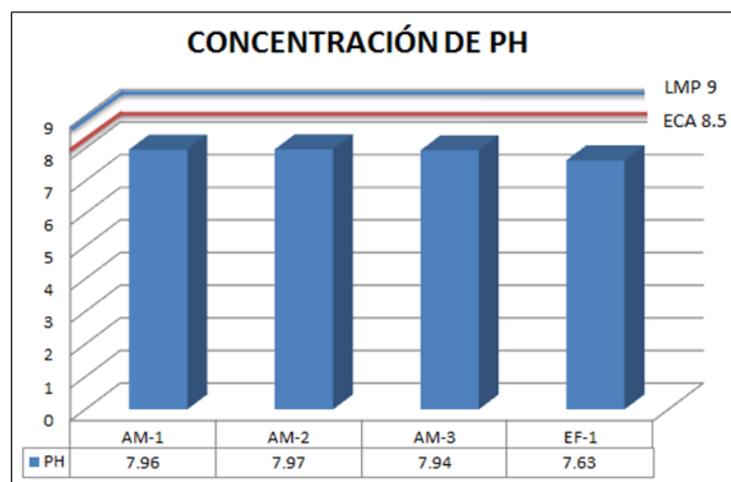
(---) Sin Límite Máximo Permisible.

**g) Cuadro en grafico de Análisis de pH de Calidad de Agua de Mar y Efluente Liquido**

FIGURA N° 10: Informe de Resultado del pH en el Monitoreo del Agua del Mar y Efluente Liquido

D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y

GRAFICO N° 1: Resultados de la concentración de pH.

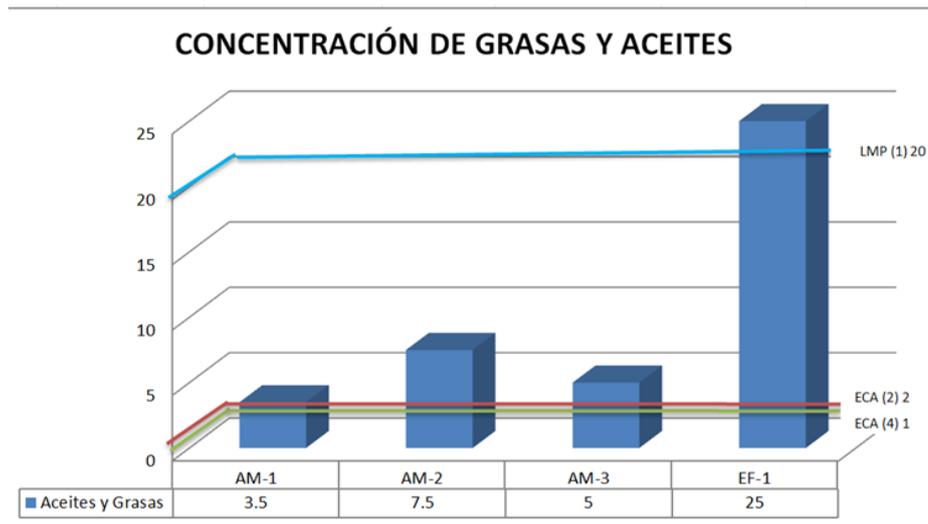


D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

**h) Cuadro en grafico de Análisis de Aceite y Grasas de Calidad de Agua de Mar y Efluente Liquido**

**FIGURA N° 11: Informe de Resultado del Aceite y Grasas en el Monitoreo del Agua del Mar y Efluente Liquido**

**GRAFICO N° 2: Resultados de la concentración de Aceites y Grasas**



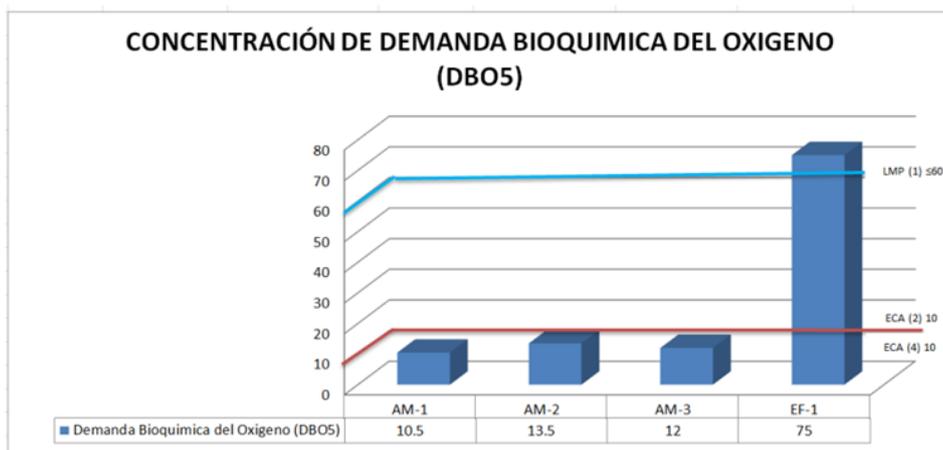
D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

(2) y (4) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2; Actividades Marino Costeras. y Categoría 4; Conservación del medio acuático/Ecosistemas Marino

i) **Cuadro en grafico de Análisis de Demanda Bioquímica del Oxígeno DBO5 de Calidad de Agua de Mar y Efluente Liquido**

FIGURA N° 12: Informe de Resultado del Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5) en el Monitoreo del Agua del Mar y Efluente Liquido

GRAFICO N° 3: Resultados de la concentración de Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5)

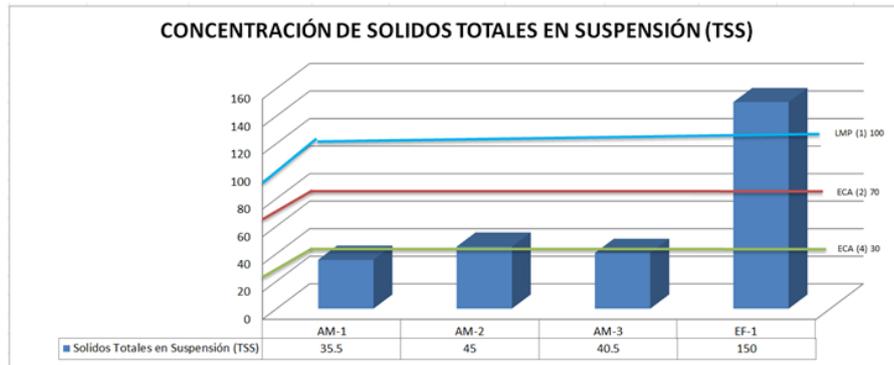


D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

**j) Cuadro en grafico de Análisis de Solidos Totales en Suspensión**

FIGURA N° 13: Informe de Resultado del Solidos Totales en Suspensión (TSS)  
en el Monitoreo del Agua del Mar y Efluente Liquido

GRAFICO N° 4: Resultados de la concentración de Solidos Totales en Suspensión (TSS)



D.S. N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Normas Complementarias.

(2) y (4) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2; Actividades Marino Costeras. Y Categoría 4; Conservación del medio acuático/Ecosistemas Marino Costeros – Marinos.