

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y  
ECOTURISMO**

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS EFLUENTES  
INDUSTRIALES DE EMPRESAS PESQUERAS DE CONSUMO HUMANO  
INDIRECTO, BAHÍA DE CHANCAY (2011-2017)**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORA**

MIRIAM MARÍA PÉREZ COLQUI

**ASESOR**

Dr. NOÉ SABINO ZAMORA TALAVERANO

**JURADO**

Dr. CESAR JORGE ARGUEDAS MADRID

Ing. DANTE PEDRO SANCHEZ CARRERA

Mg. CARMEN LUZ VENTURA BARRERA

Mg. BENIGNO PAULO GÓMEZ ESCRIBA

**LIMA- PERÚ**

**2019**

## **PENSAMIENTO**

“Hoy más que nunca, la vida debe caracterizarse por un sentido de responsabilidad universal, no solo entre naciones y entre humanos, sino entre humanos y cualquier otra forma de vida”.

*Dalai Lama*

## **DEDICATORIA**

Agradecer infinitamente a Dios por permitirme concluir una etapa en mi vida profesional.

A mis padres María y Cirilo por su lucha incansable para brindarme una educación y convertirme en una profesional con valores y principios, y especialmente a mi esposo Alberto Luyo por apoyarme incondicionalmente en cada momento y en cada una de las decisiones asumidas, y a mis hijos Alison y Sergio por ser mi fuente de inspiración cada día.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por ser mi alma mater la cual me brindo los conocimientos adquiridos con una base técnica y científica, que me permiten actualmente desarrollarme satisfactoriamente en el ámbito profesional y laboral.

Al Ministerio de la Producción por brindarme las facilidades de acceder a la información pública de los reportes de monitoreo de los efluentes industriales pesqueros, así como a las empresas pesqueras de consumo humano indirecto (harina y aceite de pescado) que forman parte de la presente investigación.

Asimismo, debo agradecer por su apoyo constante a la Blga. Sulma Carrasco Barrera por la orientación brindada durante mi desarrollo profesional, con sus conocimientos adquiridos y sabios consejos.

Un agradecimiento especial a mi asesor Dr. Noé Sabino Zamora Talaverano, por su orientación, valioso tiempo y aportes brindados para la realización de la presente tesis.

De otro lado debo agradecer a los Docentes Informantes de Tesis al Dr. César Arguedas Madrid, Mg. Benigno Paulo Gómez Escriba, Mg. Carmen Luz Ventura Barrera y al Mg. Dante Pedro Sánchez Carrera, por su tiempo y valiosos aportes a la presente tesis.

## RESÚMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar los parámetros de pH, DBO<sub>5</sub>, AyG y SST contenidos en los efluentes residuales de proceso de los establecimientos industriales pesqueros (EIP) de consumo humano indirecto (CHI) durante los años 2011 - 2017, respecto al cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP), ubicados en la Bahía de Chancay. Se aplicó el método descriptivo y analítico, respecto a la comparación de los datos de monitoreo en función del tiempo.

Se evaluaron cinco (5) EIP, denominados como: María, Miriam, Sergio, Alison y Alberto; obteniéndose como resultado por cada parámetro analizados con respecto al cumplimiento de los LMP lo siguiente: el valor de “pH” es de 96.93 %, cumpliendo con los rangos establecidos en el LMP, para el parámetro de “AyG” es de 92.84% y para el parámetro “SST” es de 85.03% de cumplimiento del LMP, no obstante que para el parámetro de la DBO<sub>5</sub> se evidencia en los resultados obtenidos que no se cumple con el valor referencial de LMP (Ecuador).

Se determinó el grado de eficiencia de la implementación de sus equipos y sistemas de tratamientos para los efluentes, del cual se desprende que la mayor eficiencia de recuperación se da para el parámetro de “AyG” con 91.3%, seguido de “SST” con un 83.84% y para la DBO<sub>5</sub> se tiene una eficiencia de 59.8%, esto evidencia que los equipos y sistemas de tratamientos implementados por cada EIP están acorde a su capacidad instalada, lo cual permite una máxima recuperación de los parámetros contaminantes del medio marino.

**Palabras claves:** efluentes industriales, establecimientos industriales pesqueros de consumo humano indirecto, Límites Máximos Permisibles (LMP)

## ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the parameters of pH, BOD<sub>5</sub>, AyG and SST contained in the residual effluents of industrial fishing process (EIP) of indirect human consumption (CHI) during the years 2011 - 2017, with respect to compliance with Maximum Permissible Limits (LMP), located in the Bay of Chancay. The descriptive and analytical method was applied, with respect to the comparison of the monitoring data as a function of time.

Five (5) EIPs were evaluated, named as: María, Miriam, Sergio, Alison and Alberto; obtaining as a result for each parameter analyzed with respect to the compliance of the LMP the following: the value of "pH" is 96.93%, complying with the ranges established in the LMP, for the parameter "AyG" is 92.84% and for the parameter "SST" is 85.03% compliance with the LMP, although for the parameter of the DBO<sub>5</sub> it is evident in the results obtained that the referential value of LMP (Ecuador) is not met.

The degree of efficiency of the implementation of their equipment and treatment systems for the effluents was determined, from which it can be deduced that the highest recovery efficiency is given for the "AyG" parameter with 91.3%, followed by "SST" with a 83.84% and for the DBO<sub>5</sub> it has an efficiency of 59.8%, this shows that the equipment and treatment systems implemented by each EIP are in line with their installed capacity, which allows a maximum recovery of the contaminating parameters of the marine environment.

**Keywords: industrial effluents, industrial fishing establishments industrial effluents, indirect human consumption, Maximum Permissible Limits**

## INDICE GENERAL

<b>PENSAMIENTO</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>RESÚMEN</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>INDICE GENERAL</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE DIAGRAMAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.2 ANTECEDENTES .....	6
1.2.1 ÁMBITO NACIONAL .....	6
1.2.2 ÁMBITO INTERNACIONAL.....	11
1.3 OBJETIVOS .....	12
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	12
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	13
1.4.1 JUSTIFICACIÓN .....	13
1.4.2 IMPORTANCIA .....	14
1.5 HIPÓTESIS.....	14
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	15
2.1 BASES TEÓRICAS.....	15
2.1.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	15
2.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	15
2.1.2.1 FISIOGRAFÍA Y RELIEVE .....	15
2.1.2.2 HIDROGRAFÍA .....	16
2.1.2.3 CLIMA.....	17
2.1.2.4 ZONA DE VIDA .....	18

2.1.2.5	FLORA Y FAUNA.....	18
2.1.2.6	ÁREAS PROTEGIDAS.....	18
2.1.2.7	RECURSOS NATURALES .....	19
2.1.2.8	SUELOS.....	21
2.1.2.9	GEOMORFOLOGÍA .....	21
2.1.2.10	GEOLOGÍA .....	22
2.1.2.11	OCEANOGRAFÍA .....	22
2.1.2.12	ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	22
2.1.3	INDUSTRIA PESQUERA EN LA BAHÍA DE CHANCAY .....	25
2.1.4	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO 25	
2.1.5	EFLUENTES GENERADOS DURANTE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO.....	30
2.1.5.1	TIPOS DE EFLUENTES DEL PROCESO.....	30
2.1.5.2	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS EFLUENTES .....	34
2.1.6	IMPACTOS AMBIENTALES RELACIONADOS AL VERTIMIENTO DE EFLUENTE DE LOS EIP DE CONSUMO HUMANO INDIRECTO .....	35
2.1.7	PROCESOS DE TRATAMIENTOS DE EFLUENTES EN LOS EIP ...	37
2.2	MARCO LEGAL.....	45
2.2.1	LEGISLACIÓN AMBIENTAL GENERAL .....	45
2.2.2	LEGISLACIÓN AMBIENTAL PESQUERA .....	48
<b>III.</b>	<b>MÉTODO .....</b>	<b>55</b>
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	55
3.2	ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL .....	55
3.3	VARIABLES .....	55
3.4	POBLACION Y MUESTRA.....	56
3.4.1	POBLACIÓN .....	56
3.4.2	MUESTRA.....	56
3.5	INSTRUMENTOS.....	56
3.6	PROCEDIMIENTOS.....	57

3.7	ANÁLISIS DE DATOS.....	59
3.7.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS (NORMALIDAD).....	59
3.8	CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	66
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>67</b>
4.1	EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES MENSUALES DE LOS PARAMETROS DE LOS EFLUENTES POR CADA EIP .....	67
4.2	DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA POR CADA EIP .....	81
<b>V.</b>	<b>DISCUSIONES DE RESULTADOS .....</b>	<b>84</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>93</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>95</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>101</b>

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Flujo del proceso para la elaboración de harina y aceite de pescado (Fuente: TASA 2012) .....	29
Diagrama 2. Flujo de equipos y sistema de tratamiento implementados en un EIP (Fuente: TASA 2012) .....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características físico químicas del agua de bombeo.....	31
Tabla 2. Características físico químicas de la sanguaza .....	32
Tabla 3. Composición química del agua de cola.....	33
Tabla 4. Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado .....	51
Tabla 5. Normas referenciales para la descarga de aguas residuales - DBO <sub>5</sub> .....	52
Tabla 6. Porcentaje de cumplimiento de los LMP por cada EIP según parámetros ..	80
Tabla 7. Promedio de eficiencia del EIP “María” .....	81
Tabla 8. Promedio de eficiencia del EIP “Miriam” .....	82
Tabla 9. Promedio de eficiencia del EIP “Sergio” .....	82
Tabla 10. Promedio de eficiencia del EIP “Alison” .....	83
Tabla 11. Promedio de eficiencia del EIP “Alberto” .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Normalidad por la prueba de Anderson y Darling de los parámetros de pH, DBO <sub>5</sub> , AyG y SST del EIP “María” .....	61
Figura 2. Normalidad por la prueba de Anderson y Darling de los parámetros de pH, DBO <sub>5</sub> , AyG y SST del EIP “Miriam” .....	62
Figura 3. Normalidad por la prueba de Anderson y Darling de los parámetros de pH, DBO <sub>5</sub> , AyG y SST del EIP “Sergio” .....	63
Figura 4. Normalidad por la prueba de Anderson y Darling de los parámetros de pH, DBO <sub>5</sub> , AyG y SST del EIP “Alison” .....	64
Figura 5. Normalidad por la prueba de Anderson y Darling de los parámetros de pH, DBO <sub>5</sub> , AyG y SST del EIP “Alberto” .....	65
Figura 6. Concentración mensual de pH en efluente (2011- 2017), EIP “María” ....	67
Figura 7. Concentración mensual de DBO <sub>5</sub> en efluente (2011- 2017), EIP “María”	68
Figura 8. Concentración mensual de AyG en efluente (2011- 2017), EIP “María” .	68
Figura 9. Concentración mensual de SST en efluente (2011- 2017), EIP “María” ..	69
Figura 10. Concentración mensual de pH en efluente (2011- 2017), EIP “Miriam”	70
Figura 11. Concentración mensual de DBO <sub>5</sub> en efluente (2011- 2017), EIP “Miriam” .....	70
Figura 12. Concentración mensual de AyG en efluente (2011- 2017), EIP “Miriam” .....	71
Figura 13. Concentración mensual de SST en efluente (2011- 2017), EIP “Miriam” .....	72
Figura 14. Concentración mensual de pH en efluente (2011- 2017), EIP “Sergio” .	72

Figura 15. Concentración mensual de DBO <sub>5</sub> en efluente (2011- 2017), EIP “Sergio”	73
Figura 16. Concentración mensual de AyG en efluente (2011- 2017), EIP “Sergio”	74
Figura 17. Concentración mensual de SST en efluente (2011- 2017), EIP “Sergio”	74
Figura 18. Concentración mensual de pH en efluente (2011- 2017), EIP “Alison”	75
Figura 19. Concentración mensual de DBO <sub>5</sub> en efluente (2011- 2017), EIP “Alison”	76
Figura 20. Concentración mensual de AyG en efluente (2011- 2017), EIP “Alison”	76
Figura 21. Concentración mensual de SST en efluente (2011- 2017), EIP “Alison”	77
Figura 22. Concentración mensual de pH en efluente (2011- 2017), EIP “Alberto”	78
Figura 23. Concentración mensual de DBO <sub>5</sub> en efluente (2011- 2017), EIP “Alberto”	78
Figura 24. Concentración mensual de AyG en efluente (2011- 2017), EIP “Alberto”	79
Figura 25. Concentración mensual de SST en efluente (2011- 2017), EIP “Alberto”	80

## I. INTRODUCCIÓN

La preocupación sobre los problemas ambientales ha aumentado considerablemente en los últimos tiempos. El interés se ha dado en todos los niveles tanto de gobierno, organizaciones no gubernamentales, grupos científicos y técnicos, etc.; debido a la interrelación entre el ambiente natural y el ambiente antrópico, factibles de crear contingencias riesgosas. Por lo que son abordadas a partir de tres variables el agente (naturaleza y/o hombre), el tiempo (antes, durante y después del evento) y por último los efectos que ello produce.

Desde la perspectiva ambiental, la industrialización de harina y aceite de pescado tiene un significativo impacto sobre el ecosistema en el que opera, afectando, además, el bienestar y la salud de las personas. Dicha industria es una actividad que genera divisas, es fuente de empleo y contribuye al desarrollo del Perú, aprovechando un recurso que se encuentra relativamente en abundancia en el ecosistema marino peruano. La producción de harina representa el 63.21% de las transformaciones de los productos pesqueros, generando así la mayor cantidad de divisas en el sector pesca. (INEI, 2017)

Si bien la industria de harina y aceite de pescado contribuye en la economía del Perú generando grandes divisas, dicha actividad también genera impactos ambientales, los cuales, sino son tratados, podrían afectar principalmente la calidad del medio marino receptor y del aire.

Asimismo, se tiene el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el cual establece las medidas ambientales que debe asumir el titular de un proyecto para prevenir los impactos negativos significativos que se podrían generar

durante el desarrollo de las actividades productivas. Por lo que, el Ministerio de la Producción (PRODUCE), a fin de reducir el impacto ambiental al medio marino dispuso mecanismos de prevención ambiental como el establecimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes industriales pesqueros como instrumento de gestión ambiental.

El Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, que establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria de harina y aceite de pescado y normas complementarias, establece el marco jurídico regulador para los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado siendo los parámetros a vigilar aceites y grasas (A y G), demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), sólidos suspendidos totales (SST) y Potencial de Hidrogeno (pH). Asimismo, dicho LMP es exigible a todos los EIP y plantas de procesamiento nuevas o las que se reubiquen, aplicables desde el día siguiente de la publicación en El Peruano. De otro lado, la norma señala que se deberá implementar sistemas de tratamientos adecuados e integrados para la disposición final de los efluentes residuales industriales. (PRODUCE, 2008).

Por otro lado, cabe mencionar que a fin de cumplir con los LMP el PRODUCE aprobó la Resolución Ministerial N° 181-2009-PRODUCE referente a la “Guía para la actualización del Plan de Manejo Ambiental” para que así los titulares de los establecimientos pesqueros industriales cumplan los Límites Máximos Permisibles aprobados por D.S N° 010-2008-PRODUCE. Dicha Guía servirá como instrumento para que los titulares presenten la actualización de sus instrumentos de gestión ambiental a través de un plan de manejo ambiental, en la que especifique la actualización de sus sistemas de tratamiento complementarios a implementar para el

manejo de sus efluentes residuales industriales previo a su vertimiento al medio marino.

En relación a las medidas de prevención ambiental adoptadas para el adecuado manejo de los efluentes industriales, los establecimientos industriales pesqueros (EIP) de consumo humano indirecto (CHI), tienen como compromisos ambientales asumidos en sus instrumentos de gestión ambiental (EIA, PAMA) presentar los reportes de monitoreos de acuerdo con la Resolución Ministerial N° 003-2002-PE (PRODUCE, 2002).

De acuerdo a las competencias ambientales sectoriales (MINAM, ANA, PRODUCE) se ha considerado la actualización de dicho protocolo de monitoreo mediante Resolución Ministerial N° 061-2016-PRODUCE, en la cual aprueba el “Protocolo para el Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo o Indirecto”, además se establece medidas y disposiciones para la presentación de los reportes de monitoreo de efluentes industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto.

Los reportes de monitoreos de los efluentes industriales pesqueros, son presentados por los Titulares de las empresas pesqueras a las entidades competentes como son el Ministerio de la Producción (PRODUCE) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), de acuerdo a sus compromisos ambientales asumidos en sus respectivos instrumentos de gestión ambiental.

En ese sentido, se requiere efectuar una evaluación de las concentraciones de los parámetros: aceites y grasas (AyG), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), sólidos suspendidos totales (SST) y Potencial de Hidrogeno (pH) contenidos en los

efluentes de proceso de la actividad de harina y aceite de pescado en un determinado periodo de tiempo (2011-2017), con la finalidad de observar el impacto y cambio producido en las concentraciones de dichos parámetros.

## **1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Una de las principales fuentes de contaminación generada por los establecimientos industriales pesqueros (EIP) de la Bahía de Chancay, son los efluentes residuales industriales, los cuales podrían causar daño a los recursos hidrobiológicos, al hábitat terrestre, acuático y al medio marino. Es por ello que los EIP a partir del año 2008 vienen asumiendo compromisos ambientales con el fin de minimizar o mitigar los impactos ocasionados por el desarrollo de sus actividades productivas, entre los que se tiene el tratamiento de sus efluentes industriales previo a su vertimiento al medio marino.

Asimismo, los titulares de los EIP de acuerdo a los compromisos ambientales asumidos en sus instrumentos de gestión ambiental (EIA, PMA), presentan ante las autoridades competentes (PRODUCE, OEFA), los reportes de monitoreo de los efluentes residuales industriales que se realiza durante la temporada de producción o veda, en cumplimiento a lo establecido en la Resolución Ministerial N° 003-2002-PE, que aprueba el Protocolo de Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor, y su correspondiente actualización.

A fin de cumplir con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes industriales pesqueros, los titulares de los EIP presentaron ante la Autoridad Competente (PRODUCE) un Plan de Manejo Ambiental en la cual se establezca la implementación progresiva de adecuados sistemas de tratamientos químicos,

bioquímicos u otros complementarios al sistema de tratamiento físico previo a la disposición final de sus efluentes residuales industriales.

En ese sentido, la presente investigación tiene por finalidad determinar si los titulares de los EIP vienen cumpliendo con la aplicación de la normativa, por lo que se procederá a realizar una evaluación que permita verificar el nivel de cumplimiento de los LMP y poder visualizar el impacto de la aplicación de la norma, el año en que se observa el cambio del cumplimiento de los LMP y en consecuencia como repercute en la eficiencia del tratamiento de efluente, la implementación de medidas y sistemas de tratamientos químicos, bioquímico u otros complementarios al sistema tradicional físico.

### **1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1.1.1 PROBLEMA PRINCIPAL**

La presente investigación se basó en el siguiente problema:

¿La evaluación de las concentraciones de los parámetros físico-químicos (AyG, pH, SST y DBO) presentes en los efluentes residuales provenientes del proceso de la harina y aceite de pescado de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano indirecto de la Bahía de Chancay, cumplen con la normativa peruana vigente de LMP?

#### **1.1.1.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS**

- Ausencia de una evaluación en un periodo de tiempo de los análisis obtenidos en laboratorio de los parámetros AyG, pH, SST, y DBO<sub>5</sub> de los efluentes

residuales del proceso de la harina y aceite de pescado con respecto a los Límites Máximos Permisibles.

- Ausencia de un seguimiento continuo a los establecimientos industriales pesqueros, respecto a la implementación de sus equipos y sistemas de tratamiento para los efluentes residuales generados, con el fin de verificar la optimización y operatividad de sus equipos.

## **1.2 ANTECEDENTES**

### **1.2.1 ÁMBITO NACIONAL**

En la Bahía de Chancay, de acuerdo a la revisión bibliográfica no hay evidencia de estudios que hagan un análisis o evaluación del impacto causado por la aprobación, implementación y cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) en los efluentes industriales pesqueros generados por las industrias pesqueras de la zona, lo cual serviría como base para la evaluación de cómo se habría dado el cambio o variación en el tiempo de los parámetros AyG, SST, pH, y DBO<sub>5</sub> en cuanto al cumplimiento de dichos LMP.

Por ello se hace referencia estudios de esta actividad respecto a los efluentes industriales.

***Cabrera, “Compatibilidad ambiental de la industria de harina de pescado en Paracas- Pisco” (1999)***

La preocupación sobre los problemas ambientales ha aumentado considerablemente en los últimos tiempos. El interés se ha dado en todos los niveles tanto de gobierno, organizaciones no gubernamentales, grupos científicos y técnicos, etc.; debido a la interrelación entre el ambiente natural y el ambiente antrópico factibles de crear

contingencias riesgosas. Estas son abordadas a partir de tres variables el agente (naturaleza y/o hombre), el tiempo (antes, durante y después del evento) y por últimos los efectos que produce. Desde la perspectiva ambiental, la industrialización de harina de pescado tiene un significativo impacto sobre el ecosistema en que opera, afectando, además, el bienestar y la salud de las personas. Esta industria es una actividad que genera divisas, es fuente de empleo y contribuye al desarrollo del Perú aprovechando un recurso que se encuentra relativamente en abundancia en el ecosistema marino peruano.

***García et al. “Impacto del agua de cola de la industria pesquera” (2009)***

El agua residual producida por la industria alimentaria pesquera en especial el agua de cola es la principal fuente de contaminación sobre los cuerpos de agua en donde estas industrias se han establecido. Debido a lo indicado anteriormente en la actualidad existen varios procesos para su tratamiento, los cuales abarcan métodos físicos, químicos y biológicos. Actualmente algunos de estos métodos se aplican en el tratamiento del agua de cola, así como en la recuperación de sólidos de la misma, los cuales pueden ser reincorporados al proceso de la harina de pescado, o bien se pueden extraer compuestos bioactivos de ellos. El presente trabajo da un panorama acerca de la contaminación que provocan estos efluentes al ser descargados directamente al mar sin tratamiento previo alguno y hace una síntesis de los estudios encaminados al tratamiento y la utilización de los sólidos presentes en los efluentes producidos por la industria pesquera.

***Cabrera. “Contaminación e impacto ambiental en la Bahía de Chancay” (2001)***

En el estudio efectuado por Cabrera, 2001, señala que la contaminación por los efluentes industriales pesqueros vertidos en la Bahía de Chancay, tuvo como resultado valores altos de concentración de los parámetros medidos de Oxígeno Disuelto y DBO<sub>5</sub>, los cuales no cumplían con las normas ambientales en el cuerpo marino receptor, presentándose casos extremos de 0 mg/L de Oxígeno Disuelto, 120 mg/L de DBO<sub>5</sub> y 0 bits/ind en sedimentos y biodiversidad, confirmando la alta contaminación de las aguas costeras de la Bahía de Chancay.

Al analizar los resultados de la investigación mencionada, se determinó la existencia de condiciones ambientales extremas tanto en el agua como en los sedimentos marinos, los resultados obtenidos de los parámetros analizados fueron muy altos o muy bajos respecto a lo establecido por la norma vigente. Los impactos físicos, biológicos y químicos causados por los efluentes causantes de la contaminación de la Bahía de Chancay fueron de consideración crítica.

Asimismo, se observa un impacto severo en lo que respecta la parte socioeconómica, debido al deterioro de las áreas de playa, recreativas y turísticas, el cual representa un costo a la sociedad, por las pérdidas de ecosistemas, vulnerabilidad de la zona estudiada y afectación de las condiciones sanitarias. Además que la población de Chancay considero severo el impacto a la salud, esto manifestado en encuestas realizadas, en la cual evidencian que hay enfermedades respiratorias e infecciones gastrointestinales debido a la contaminación.

***Guerra, “Evaluación de la eficiencia en la recuperación de grasa y sólidos suspendidos del agua de bombeo, en la producción de harina y aceite de pescado en tres periodos de producción” (2013)***

La investigación se desarrolló en una planta industrial de producción de harina y aceite de pescado ubicado en el Puerto Malabrigo, distrito de Rázuri, provincia de Áscope, Región la Libertad, durante tres periodos de producción de noviembre del 2011 a enero del 2012; de abril a julio del 2012 y de noviembre del 2012 a enero del 2013. Los datos se obtuvieron del plan de monitoreo de agua de bombeo, luego se calculó la eficiencia de recuperación según la metodología de Otárola, con lo que se obtuvieron diferencias significativas entre periodo de recuperación tanto para grasa como para sólidos suspendidos y un porcentaje de eficiencia de recuperación del sistema desde el ingreso del agua de bombeo hasta el emisor de 96, 99 y 98 para grasas; 97, 98 y 99 para sólidos suspendidos, por lo que se concluye que la eficiencia de recuperación de grasas y sólidos suspendidos del agua de bombeo es ascendente con el resto al periodo de producción.

***Paredes, “Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado” (2014)***

La aplicación de estrategias ambientales como la Producción Más limpia dentro de las operaciones del sector pesquero, específicamente plantas productoras de harina y aceite de pescado, ha permitido generar una reducción significativa de la contaminación al medio ambiente marino, a través de la recuperación de compuestos valiosos presentes principalmente en los efluentes que eran retornados al mar y que ahora son introducidos en el proceso principal, mejorando de este modo no solo el desempeño ambiental sino también aumentando la productividad y contribuyendo

positivamente sobre la imagen de la organización ante los diversos grupos de interés.

***Falcón y Yalico “Impacto ambiental de los efluentes de la industria pesquera en las aguas del mar de la Bahía de Chancay” (2015)***

El estudio de la investigación realizada señala que la contaminación de las aguas del mar de la Bahía de Chancay generado por los vertidos de efluentes residuales de la industria pesquera, ha sido motivo de la investigación, con el objetivo de determinar el efecto de los vertimientos en las características físicas y químicas del agua de mar en la Bahía, por ello consideraron tres (3) etapas que coincidan con la temporada de veda y la temporada de procesamiento de la harina de pescado. Los resultados obtenidos referente a los propiedades fisicoquímicas de las aguas marinas, tomados en lugares estratégicos (superficie y fondo), cuyos valores obtenidos sobrepasan las normas vigentes, como para el parámetro de oxígeno disuelto a nivel superficie los valores oscilan entre 5.44 a 6.23 mg/L, para la DBO<sub>5</sub> a nivel de superficie los valores oscilaban entre 55.4 a 120 mg/L y para los SST a nivel superficie está entre 16.25 a 32.80 mg/L y a nivel de fondo entre 105.47 a 110.7 mg/L.

***Quevedo H., “Efecto de la aplicación de nuevas tecnologías en el tratamiento de las aguas de bombeo, sobre la calidad de los efluentes de la empresa pesquera Pelayo S.A.C de harina y aceite de pescado de Puerto Supe” (2016)***

Se determinó el efecto de la aplicación de nuevas tecnologías, en el tratamiento de los efluentes pesqueros de la empresa Pesquera Pelayo S.A.C. que produce harina y aceite de pescado, con el propósito de disminuir la carga de contaminantes hacia el cuerpo marino receptor; de la bahía de Supe Puerto; y así cumplir con la normativa ambiental nacional. La investigación se llevó a cabo comparando los análisis de los

efluentes vertidos, tales como sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas (AyG), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), potencial de hidrogeno (pH), antes y después de la aplicación de nuevas tecnologías para el tratamiento de dichos efluentes; específicamente con la aplicación de productos químicos para la coagulación y floculación de los sólidos suspendidos.

Con los resultados obtenidos, se pudo concluir que, con la aplicación de procesos químicos, luego de tratamiento del agua de bombeo, se ha reducido notablemente la carga de contaminantes de los efluentes tratados, en lo que se refiere a las variables aceites y grasas, SST, y se ha mantenido los valores del pH dentro del rango de los LMP (Límites Máximos Permisibles) establecidos en el D.S. N° 010-2008-PRODUCE.

### **1.2.2 ÁMBITO INTERNACIONAL**

**Pizarro et al., “*Tratamiento de efluentes líquidos en la industria de harina de pescado*” (2001)**

El estudio consiste en el tratamiento del agua de bombeo de la industria de harina de pescado utilizando sistemas de flotación por aire disuelto, sedimentación u otros métodos viables de tratamiento primario para la remoción de insolubles, el acondicionamiento de un coagulante o floculante, orgánico o inorgánico para desestabilizar las micelas formadas y permitir la separación del material orgánico con la finalidad de alcanzar una remoción efectiva de sólidos finos en suspensión, grasas emulsificación y aceites y de este modo reducir la demanda biológica de oxígeno del efluente descargado al mar.

**Ambrosio, “Procesamiento pesquero, disposición de residuos e impacto ambiental” (2017)**

La actividad de procesamiento pesquero, cuya importancia económica es indudable, provoca por una gestión ambiental no integrada, problemas que exceden la capacidad de las comunidades en que se asientan. El objetivo del trabajo fue evaluar la gestión de los residuos sólidos y efluentes y el impacto generado por su disposición.

Se relevó la información brindada por empresas, municipios y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, caracterizando los efluentes mediante determinaciones analíticas y cuantificación de los vertidos.

Se concluye que los impactos significativos se originan en la falta de instalación u operación de equipos con la tecnología adecuada para el tratamiento de los efluentes líquidos y la construcción de plantas de harina de pescado no integral.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Realizar la evaluación de las concentraciones de los parámetros físico-químicos (SST, DBO<sub>5</sub>, AyG y pH) en los efluentes industriales pesqueros de los 5 EIP ubicados en la Bahía de Chancay durante el periodo 2011-2017, para verificar el cumplimiento de los LMP.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar las concentraciones de los parámetros físico-químicos (SST, DBO<sub>5</sub>, AyG y pH) durante el período 2011-2013 y 2014-2017, obtenidos de los

reportes de monitoreo de los efluentes del proceso de harina y aceite de pescado de los EIP, con respecto al cumplimiento de los LMP.

- Identificar las medidas adoptadas por los establecimientos industriales pesqueros para el cumplimiento de los LMP, con el fin de determinar el grado de eficiencia de la implementación de los equipos y sistemas de tratamiento complementarios para los efluentes del proceso de los EIP que son vertidos en la Bahía de Chancay.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **1.4.1 JUSTIFICACIÓN**

Los efluentes residuales industriales generados durante el procesamiento de harina y aceite de pescado por las empresas pesqueras de consumo humano indirecto, al ser vertidos al medio marino sin un tratamiento adecuado podrían causar daño y afectación a los recursos.

En el Perú existen casos de contaminación al medio marino receptor debido a diferentes fuentes, entre las cuales se tiene la actividad pesquera de CHI. Por ejemplo, el caso de la Bahía El Ferrol (IMARPE, 1996), en la cual el PRODUCE como mecanismo de solución al problema aprobó el Plan Ambiental Complementario Pesquero (PACPE) mediante el Decreto Supremo N° 020-2007-PRODUCE, con el fin de mejorar las condiciones ambientales de dicha Bahía, así también la Bahía de Chancay (Cabrera, 2001) y otros.

Es así que las autoridades correspondientes a la gestión ambiental han establecido varios instrumentos para la prevención, reducción y control de la contaminación, así

como, medidas para evaluar la calidad de los efluentes, como la presentación de reportes de monitoreo de acuerdo a lo establecido en la Resolución Ministerial N° 003-2002-PE “Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor para la Industria Pesquera de Consumo Humano Indirecto”, actualizado por la R. M. N° 061-2016-PRODUCE, en la cual se aprobó el “Protocolo para Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto” y los LMP con el D.S. N° 010-2008-PRODUCE.

#### **1.4.2 IMPORTANCIA**

El presente estudio contribuye a conocer en qué medida ha mejorado la calidad de los efluentes residuales generado durante el procesamiento de harina y aceite de pescado por los establecimientos industriales pesqueros durante el periodo 2011-2017, así como, verificar el cumplimiento de los LMP de acuerdo a las normas establecidas por la autoridad competente (PRODUCE) teniendo en consideración el protocolo aprobado. Así también nos permitirá conocer como los sistemas de tratamientos implementados en cada establecimiento industrial pesquero ha permitido reducir o mermar el impacto de los efluentes en el medio marino receptor.

Esta investigación contribuirá con información valiosa que ayudara en toma de decisiones en el sector pesquero.

#### **1.5 HIPÓTESIS**

La evaluación de las concentraciones de los parámetros físico-químicos (AyG, DBO<sub>5</sub>, pH y SST) en los efluentes industriales pesqueros provenientes del proceso de harina y aceite de pescado de la Bahía de Chancay, evaluados durante el periodo 2011-2017, están cumpliendo con los LMP establecidos en la normativa vigente.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 BASES TEÓRICAS**

#### **2.1.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio se encuentra ubicada geográficamente en el distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima; entre los paralelos 11°34' - 11°36' de Latitud Sur y 77°16' - 77°17' de Longitud Oeste, se encuentra al norte de la ciudad de Lima Metropolitana, aproximadamente a 72 Km.

El área de ubicación de los cinco (5) Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Indirecto se encuentran en una zona industrial, los cuales son objeto de investigación. En Anexo 1 se adjunta el Plano de Ubicación U-01.

#### **2.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO**

##### **2.1.2.1 FISIOGRAFÍA Y RELIEVE**

En el espacio de Chancay es posible identificar de manera general los siguientes conjuntos fisiográficos: el litoral, el valle y el área desértica formada por llanuras, pampas, colinas bajas y algo de las estribaciones andinas. (INDECI, 2007)

El litoral se conforma sobre terrazas de baja y mediana altura, en la mayor parte de la ciudad de Chancay predomina una costa acantilada, plataformas de abrasión y en el sector del puerto casi a nivel del mar. (INDECI, 2007)

En cuanto a perfil costero se presenta la Bahía de Chancay, y algunas ensenadas como Grita Lobos u pequeñas calas. Las pampas detríticas características en todo este sector de la costa la vemos en El hatillo, constituyen relieves bajos compuestos de una matriz areno-arcillosa intercalados con materiales heterogéneos y heterométricos. (INDECI, 2007)

Respecto a las llanuras producto del lavaje de mantos de suelos de los interfluvios se observan en el límite norte del distrito, muy antiguas y sepultadas por depósitos eólicos superficiales; las colinas y estribaciones andinas que se proyectan hacia el Este son cerros testigos de basamentos rocosos subyacentes y afloramiento rocosos del Batolito de la Cordillera Occidental respectivamente. Se puede apreciar entre ellos el Cerro Salinas, Lunavilca, La Mina, Calera, El Hatillo y Marquillo. (INDECI, 2007)

#### **2.1.2.2 HIDROGRAFÍA**

Todos los ríos que drenan en el espacio limeño pertenecen a la vertiente hidrográfica del Pacífico. En efecto, la divisoria de aguas continentales define el límite del departamento de Lima y en ella se inician los cauces de los ríos más representativos: Fortaleza, Pativilca, Huaura, Chancay, Chillón, Rímac, Lurín, Mala y Cañete. El Río Chancay es la fuente de agua de la ciudad que lleva su nombre y la cuenca que se dibuja de su red hidrográfica, rodea a la ciudad en el llamado cono deyectivo de la cuenca. Como todos los ríos de la costa es de corto recorrido, se desplaza a manera de estrechos cursos torrentosos en su curso alto y medio y desarrolla un amplio valle en su curso inferior, con muy buenos suelos que permiten una amplia actividad agrícola, aunque de escaso valor agregado. En cuanto a sus caudales las variaciones pueden ser notorias, llegando a “secarse” en algunos periodos invernales, para luego cuando las cargas son intensas, en los meses de verano, en ocasiones puede desbordarse. Nace del nevado de Alca y una serie de lagunas, al noroeste de la provincia de Canta. En sus tramos iniciales toma el nombre de Ragrampi, y luego el de Chancay. Su recorrido es de 110 Km. este río es determinante para los centros poblados y la ciudad del distrito de Chancay. (INDECI, 2007)

El río Chancay es de régimen muy irregular, carácter torrencioso con marcadas diferencias entre sus parámetros extremos, la descarga máxima registrada es de 220 m<sup>3</sup>/s y la mínima de 2 m<sup>3</sup>/s con una media de 14.76 m<sup>3</sup>/s. (INDECI, 2007)

### **2.1.2.3 CLIMA**

La franja próxima al litoral marino esta influenciada, en lo que a precipitación pluvial se refiere, tanto por la condensación de las neblinas invernales de la costa procedentes del Océano Pacífico como por lluvias veraniegas de los Andes cuando estas avanzan eventualmente hacia el litoral. (INDECI, 2007)

La precipitación pluvial en el área varía desde muy escasa, en el área desértica y arenosa, hasta un promedio de 1000 mm anuales en altitudes superiores a 5000 m.s.n.m, con excepción de las nieblas muy frecuentes. (INDECI, 2007)

La temperatura ambiental anual promedio alcanzado es de 18.5 °C en estaciones cercanas al mar y de 18.8 °C en el interior. La temperatura máxima se ha presentado en el verano y llega hasta los 32°C y la mínima está registrado de 10° C. (INDECI, 2007)

La humedad relativa es mayor en el área de la costa próxima al litoral, aproximadamente 83%, mientras en el invierno puede llegar a la humedad de 97%. La evaporación es de 942.8 mm anual. (INDECI, 2007)

Los vientos que se presentan en la zona costera son denominados vientos alisios que influyen en el clima de la zona, tienen predominancia Sur-Sur oeste con velocidad promedio de 8 a 12 Km/h, dicha orientación de los vientos es desfavorable para el área urbana de Chancay, pues trae los vapores, olores y gases de la industria pesquera. (INDECI, 2007)

#### **2.1.2.4 ZONA DE VIDA**

La ciudad de Chancay se encuentra ubicada según la clasificación ecológica de Holdridge en una zona de vida de desierto desecado Subtropical (dd-S) que significa que las precipitaciones en la zona son de 15-30 mm anuales, y las temperaturas medias de 17-24° C. (INDECI, 2007)

#### **2.1.2.5 FLORA Y FAUNA**

Los recursos de flora y fauna se encuentran en los siguientes ámbitos naturales: desiertos, lomas y Océano Pacífico.

En el desierto, a pesar de la gran aridez se desarrollan especies del género *Distichles* y *Salicornia*.

En Chancay se ubican las lomas de Lachay con una flora y fauna representativa.

En el ambiente marino presenta un hábitat y comunidades significativas. La producción primaria es alta durante periodos de veda, con concentraciones fitoplanctónicas de 91.357 células/50 ml de muestra, lo que puede indicar florecimiento fitoplanctónico, debido a condiciones ambientales favorables las que se correlacionan con buenos niveles de nutrientes.

La fauna macro bentónica representa durante la temporada de veda, está constituida por grupos de Poliquetos, Crustáceos y Ofiuros, los que dan un índice de diversidad promedio de 1.84.

#### **2.1.2.6 ÁREAS PROTEGIDAS**

En la región Lima existen diversas áreas protegidas por el Estado como la Reserva Nacional Lomas de Lachay, la Reserva Paisajística Nor Yauyos, La Cordillera de Huayhuash, los Pantanos de Villa, Bocatoma del Canal Nuevo Imperial, y el Río

Rímac. La ciudad de Chancay tiene el privilegio de encontrarse cerca a una de estas áreas protegidas, la cual se detalla a continuación:

### **Lomas de Lachay**

La Reserva Nacional Lomas de Lachay, el principal ecosistema del tipo lomas costeras del departamento de Lima, fue establecida en junio de 1977 sobre un total de 5070 hectáreas pertenecientes a la provincia de Huaura. Los objetivos principales de su creación son restaurar y conservar la flora y fauna silvestres del ecosistema de lomas costeras, realizando investigaciones para el uso racional de sus recursos y fomentar la recreación en armonía con la naturaleza. Además de su singular diversidad biológica, la reserva cuenta también con restos arqueológicas de culturas precolombinas y pinturas rupestres. Asimismo, pueden apreciarse grandes rocas de granito y diorita erosionadas por el tiempo hasta producir curiosas formas, las cuales poseen gran interés geológico. (INDECI, 2007)

#### **2.1.2.7 RECURSOS NATURALES**

La fuente natural de la cual se provee la Ciudad de Chancay para la satisfacción de sus necesidades básica, así como el desarrollo de sus actividades productivas y económicas, la encontramos distribuidas en los siguientes recursos:

##### **a. Minerales**

El potencial de recursos minerales en el ámbito distrital de Chancay es reducido, pero existen concesiones mineras que se encuentran en exploración. (INDECI, 2007)

##### **b. Recursos Hidrobiológicos**

La ciudad y puerto de Chancay cuenta con un potencial de recursos hidrobiológicos marinos. La pesca marítima se realiza a través de dos modalidades: pesca artesanal

basada en la extracción de machete, pejerrey, lisa, lorna, cabinza; y la pesca industrial o mecanizada de anchoveta, sardina, jurel y caballa, dando origen a una industria pesquera. En cuanto a la pesca continental su explotación es incipiente. (INDECI, 2007)

La extracción pesquera del puerto de Chancay tiene una tasa de crecimiento de 4.3%. Por otro lado, Chancay se constituye en el primer lugar de desembarque total de productos hidrobiológicos con el 34.62% del total regional, le siguen en importancia Supe con 20.64%, Végueta con el 19.48% y Huacho con el 11.29%. (INDECI, 2007)

### **c. Cobertura vegetal**

El valle de Chancay Bajo, gracias a su ubicación, tiene características que posibilitan que sea reconocido como uno de los valles más fértiles de la Costa peruana. La riqueza agrícola es muy alta, en sus suelos se cultiva diversidad de productos sobre un área para cultivos agropecuarios de 24886.47 has. (INDECI, 2007)

### **d. Turísticos**

Chancay cuenta con un gran potencial turístico de orden agro turístico, histórico paisajístico, y natural, sin embargo, como actividad económica está poco desarrollada, pese a su impacto en el desenvolvimiento económico tal como la generación de divisas y empleo. (INDECI, 2007)

El agro-turismo representado por haciendas como Laure, Torre Blanca, y otras; el turismo arqueológico, con una valiosa expresión de las culturas Chancay y Lima, en el propio Chancay, Pampa Libre, Pisquillo, entre otros. El termalismo presente en la rica variedad de baños como los Baños de Boza. (INDECI, 2007)

Entre los lugares más visitados sobresalen entre otros: El Castillo de Chancay, cuya edificación fue hecha entre 1922 a 1942, el Museo Arqueológico de Chancay, la Iglesia Inmaculada Concepción, El Convento de las Hermanas del Sagrado Corazón, el Antiguo Teatrín, etc. Así mismo el turismo cultural actual, presente en una variada gama de costumbres y platos tradicionales reconocidos en el ámbito nacional. (INDECI, 2007)

#### **e. Energéticos**

Dada la industria pesquera, avícola y de alimentos existe una potencia instalada de centrales térmicas en la ciudad de Chancay. (INDECI, 2007)

#### **2.1.2.8 SUELOS**

Los suelos presentan un conjunto de terrazas aluviales no inundables de primer y segundo nivel, bajo un rango de pendiente entre 0 y 2%, son suelos de reacción moderadamente alcalina. (INDECI, 2007)

#### **2.1.2.9 GEOMORFOLOGÍA**

La zona comprende sistema de colinas, vertientes, promontorios, crestas y cordones litorales que se levantan en el borde de la unidad morfológica, protegiéndola y no permitiendo la llegada directa de los vientos predominantes al espejo de agua en su cobertura, imprimiéndoles una característica de estabilidad y tranquilidad interna, esta zona es circundante, donde se vierten los efluentes líquidos. (INDECI, 2007)

Esta bahía presenta dos deformaciones rocosas características: punta Chancay y Punta Cabulon. Presenta una formación arenosa predominante en su suelo. (INDECI, 2007)

#### **2.1.2.10 GEOLOGÍA**

La zona de estudio está ubicada en el sector litoral del cuadrángulo de Chancay, comprendido entre los cerros de Pasamayo y Lomas de Ancón, formando estrechas plataformas a una altura de 15 a 20 m.s.n.m., conformados por areniscas grises claras, ligeramente cementadas por soluciones calcáreas. (INDECI, 2007)

#### **2.1.2.11 OCEANOGRAFÍA**

La bahía de Chancay es un área marina abierta al medio oceánico. Las características oceanográficas del lugar pueden variar en espacio y tiempo y están dentro del patrón de distribución para las masas de aguas costeras frías del mar peruano, con temperaturas promedio de 18.1 °C y 35.1 o/oo en promedio de salinidad en la estación invernal, los valores de los nutrientes (Fosfatos, Silicatos, Nitratos y Nitritos), están asociados a la productividad del medio marino y a la actividad industrial y domestica por lo que pueden variar. Las mareas que se presentan en la zona de estudio son predominantes de tipo semidiurno, 2 pleamares y 2 bajamares durante todo el día.

Las corrientes marinas son fenómenos importantes que afectan la dinámica de las masas de agua en las regiones costeras y por consiguiente también las obras portuarias o de ingeniería en la bahía. Los factores que influyen en la dirección y velocidad de las corrientes de la bahía son los vientos locales, mareas y la configuración del litoral y el fondo marino.

#### **2.1.2.12 ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

En Chancay se desarrolla principalmente la actividad agropecuaria (cultivos y crianzas de aves), no obstante, en la ciudad se ubican otras actividades como la

agroindustria y la pesca; esta última orientada principalmente a la transformación de productos pesqueros (elaboración de harina y aceite de pescado); y, en cuanto a la actividad turística se encuentra en proceso de desarrollo. (INDECI, 2007)

#### **a. Agricultura y ganadería**

La agricultura está representada por la siembra y cosecha de sus principales cultivos como el algodón tanguis, maíz amarillo duro, mandarinas, papa perricholi, maíz chala, manzanas, fresas, camote, palta, zanahorias, lúcuma, y uvas.

La actividad pecuaria se realiza a través de la crianza de aves para la industria alimentaria, cuyes, ganado vacuno, ovino, porcino, caprino, y aves de corral de baja productividad. La calidad genética del ganado no es de buena calidad contando en su mayoría con animales criollos cruzados con razas mejoradas. La baja calidad del ganado no permite mayores niveles de producción.

#### **b. Pesca**

La pesca se encuentra particularmente en el puerto de Chancay y sus inmediaciones. En esta actividad se puede distinguir claramente entre la pesca artesanal, así como la pesca industrial, esta última se ocupa fundamentalmente de la producción de harina de pescado y conservas, para el mercado de exportación.

El desembarque mensual promedio de la pesca artesanal es de 60 TM, el número de pescadores y embarcaciones registradas es de 252 personas y 78 embarcaciones respectivamente.

### **c. Industria**

La actividad industrial se localiza en la franja costera y a lo largo de la carretera Panamericana. Comprende la pequeña y mediana industria debido a la localización del Puerto, el acceso a las vías de comunicación y la cercanía a la capital Lima Metropolitana.

En Chancay destaca la industria pesquera, de alimentos balanceados, embutidos y conservas de tomate, así como la actividad avícola.

### **d. Turismo**

El desarrollo del turismo proviene de los paquetes y circuitos turísticos ofrecidos desde Lima como parte de la ruta turística norte chico Lima – Castillo de Chancay – Lomas de Lachay.

Actualmente se está tratando de incursionar en el agroturismo vivencial, dada las características paisajísticas del valle de Chancay la existencia de haciendas como Laureles y Torre Blanca, que ofrecen estos servicios. La artesanía como parte del atractivo turístico es una actividad que está en desarrollo, y está ligado a la confección de tejidos y ceramios parecidos a los encontrados de la cultura Chancay y que son expendidos en Lima.

### **e. Comercio**

El comercio es una actividad de poca incidencia que se produce con características comunes a toda ciudad, se trata de una actividad que no es de primer orden. Existe el comercio formal establecido dedicado a la venta de productos variados para el consumo de la población.

## **f. Servicios**

La ciudad de Chancay como ciudad intermedia se dedica al servicio de restaurantes, hospedajes, y servicios básicos de telefonía, internet, mercado de abastos entre sus principales rubros.

### **2.1.3 INDUSTRIA PESQUERA EN LA BAHÍA DE CHANCAY**

La Bahía de Chancay tiene una gran producción de harina y aceite de pescado para consumo humano indirecto, el cual representa una industria importante para la zona y para la economía peruana.

### **2.1.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO**

Para la elaboración de harina y aceite de pescado sigue un flujo o proceso de producción (ver Diagrama 1), los cuales se describen a continuación:

#### **a. Recepción y almacenamiento de materia prima**

La anchoveta capturada en las embarcaciones industriales es trasladada a las plantas de procesamiento mediante un sistema de bombeo, el cual consiste en un tubería flexible donde es arrastrado el pescado con agua, la relación aproximada de agua/pescado es de 1/1 (anteriormente era de 2/1), en el cual la materia prima a través de una tubería, es vertida en un tamiz estático seguido de un tamiz vibratorio para la separación del agua utilizada en el bombeo, posteriormente es transportada por una rastra metálica hacia la tolva de pescado donde es pesado y distribuido a las pozas de almacenamiento según calidades. (Oneproseso, 2011).

El sistema de bombeo tiene la peculiaridad de disminuir el daño al pescado al ser trasladado, así como reducir el tiempo de trabajo en el traslado. (Lezama y Rosillo, 2001)

El almacenamiento de la materia prima es en pozas, en cuya parte inferior se tiene dos gusanos transportadores que llevan la materia prima hacia la rastra de alimentación, asimismo se cuenta con drenes en las pozas de almacenamiento para la colecta de la sanguaza y su posterior tratamiento. (Oneprocso, 2011)

#### **b. Cocinado**

Este proceso consiste en dar un tratamiento térmico al pescado mediante vapor indirecto a una temperatura de cocción de 95 - 100 °C, por un tiempo de residencia de 11 a 15 minutos dependiendo de la condición de la materia prima. La masa es conducida a través de un eje central con alabes espaciados que en su interior fluye el vapor necesario para realizar la cocción. La operación de cocción cumple con los siguientes objetivos: coagular la proteína, liberación de los lípidos, detener el desarrollo bacteriano. La acción térmica permite el rompimiento de las células adiposas y facilita la operación de prensado, eliminando la mayor cantidad de agua y grasa. (TASA, 2009)

#### **c. Drenado**

La masa producto de la cocción pasa a través de filtros rotativos consistentes en planchas perforadas denominados PRE-STRAINER los cuales sirven para separar la fase sólida de la acuosa. La fase sólida irá a la prensa y la segunda (caldo o licor de cocina) pasará a las separadoras de sólidos y centrífugas. (TASA, 2009)

#### **d. Prensado**

La materia prima cocinada, procedente del drenado, es llevada hacia la prensa, la misma que es accionada con sistema de transmisión de velocidad variable, cuyo objetivo es obtener aceite y agua, a la vez de tener un producto de baja humedad menor o igual a 50% (Alca y Huamán y Yaya, 1997). En esta etapa se obtiene la torta

de prensa con valores de grasa y agua mínimos, y el licor de prensa tiene un alto porcentaje de aceite, sólidos solubles e insolubles (Landeo y Ruiz, 1996).

#### **e. Separado y Centrifugado**

El licor de prensa resultante es centrifugado en decanters con el objetivo de recuperar sólidos insolubles en suspensión (torta separadora), el cual será añadido a la torta de prensa del proceso. (Lezama y Rozillo, 2001)

La parte acuosa de esta etapa, denominado licor de separadora, contiene porcentajes elevados de sólidos en solución, aceite y agua. Por dichas características es llevado a un calentamiento de 95°C para luego ser llevados a centrifugas de separación de Líquido-líquido, con el objetivo de obtener aceite crudo.(Landeo y Ruiz, 1996)

#### **f. Evaporación de agua de cola**

El agua de cola proveniente de las centrifugas es concentrada en dos Plantas de Evaporación, de cuatro efectos; el agua de cola ingresa con una concentración de 8 % de sólidos y se eleva hasta 35 - 40 % de sólidos; el concentrado se adiciona a la mezcla de los cake de prensa y separadora formando la torta integral, que ingresa a los secadores a vapor. (TASA, 2009)

#### **g. Secado**

El secado es la etapa donde se da un tratamiento térmico severo al agua de cola concentrada, la torta de prensa y la torta de separadora, siendo la etapa importante para determinar la calidad de la harina, además que contribuye en la eficiencia del consumo de energía de la planta (Landeo y Ruiz, 1996). En esta etapa reduce la humedad del “queque” de prensa desde 48% a 10%. (Farro, 1996)

El secado tiene por objeto eliminar el agua del cake de prensa hasta el valor de humedad requerido. (TASA, 2009)

La operación de secado se realizará empleando diferentes secadores indirectos, uno a continuación del otro (TASA, 2009), los cuales pueden ser: Secadores indirectos ROTADISK, Secadores indirectos ROTATUBOS y Secador con AIRE CALIENTE en circuito cerrado.

#### **h. Molido**

Después de realizado el enfriado, la harina es sometida a una molienda, operación que permite reducir el tamaño de la partícula de la harina obteniéndose un producto final con una adecuada granulometría de acuerdo a las exigencias del mercado. Luego es transportada neumáticamente a la zona de ensaque. En este transcurso se le adiciona antioxidante, para prevenir la oxidación. (TASA, 2009)

#### **i. Adición de Antioxidantes**

Los antioxidantes sirven para evitar la oxidación de la harina (contenido graso). El antioxidante que se ha venido utilizando es la Etoxiquina en un rango 500 a 600 ppm por tonelada de harina producida. (Pizardí, 1992)

#### **j. Pesado y envasado**

Este proceso se realiza mediante balanzas automáticas de pesaje que, los cuales son envasados en sacos de polipropileno negro de 50 Kg. (TASA, 2009)

#### **k. Almacenado**

Se almacena en lugares limpios y cubiertos, los sacos se guardan en rumas de 1000, que son codificadas con fecha de producción, calidad y número de ruma. (TASA, 2009)

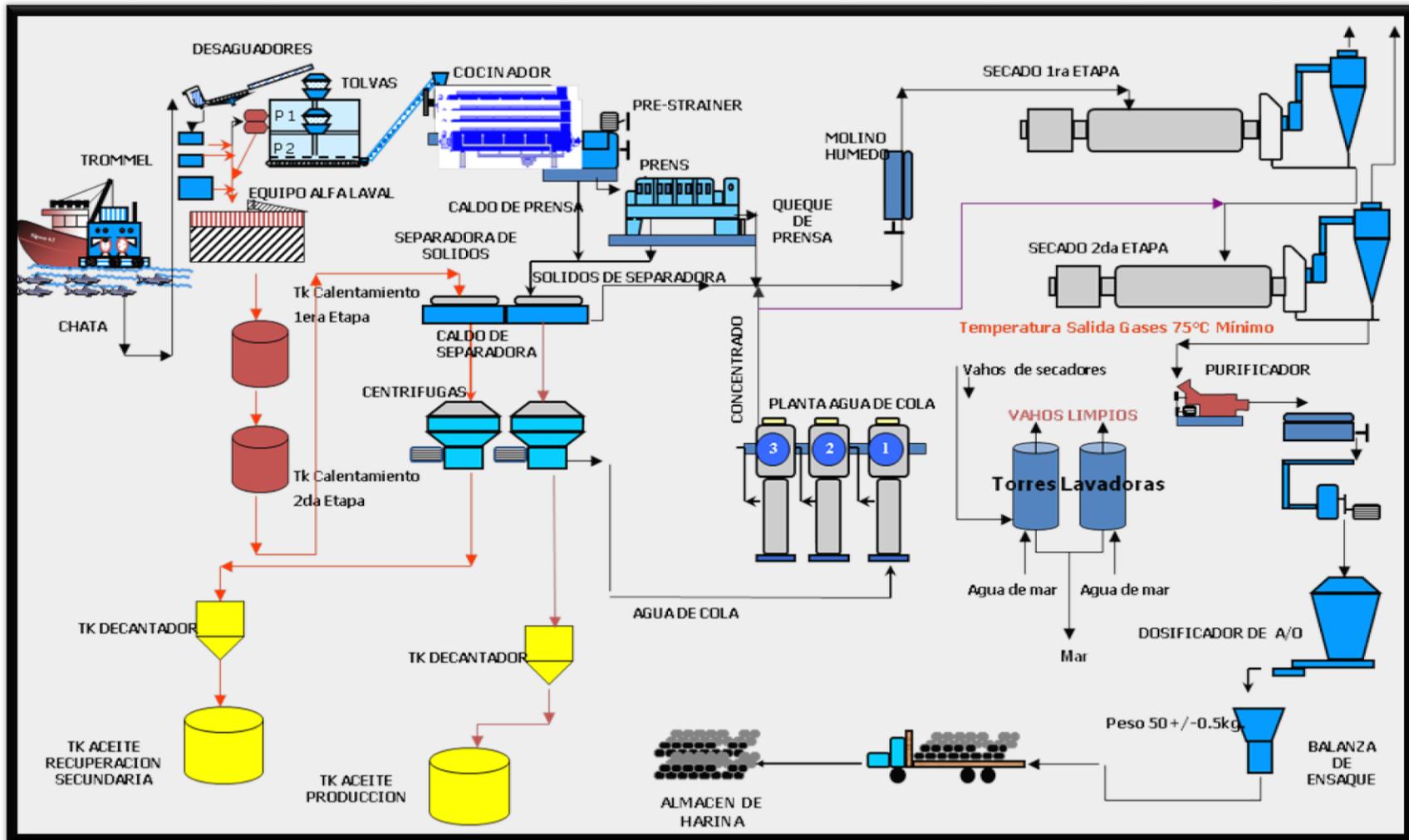


Diagrama 1. Flujo del proceso para la elaboración de harina y aceite de pescado (Fuente: TASA 2012)

## **2.1.5 EFLUENTES GENERADOS DURANTE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO**

Los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado son vertidos por lo general en los cuerpos marinos, los cuales podrían generar un deterioro en la calidad del cuerpo receptor si es que nos son previamente tratados, afectando a la salud humana y los ecosistemas acuáticos. (Barrera, 1987)

### **2.1.5.1 TIPOS DE EFLUENTES DEL PROCESO**

A continuación, se caracterizan los efluentes residuales industriales que son generados en las etapas del proceso productivo de harina y aceite de pescado:

#### **a. Agua de Bombeo**

El agua de bombeo es producto del trasvase de la anchoveta que está en la embarcación puesta en la chata y la cual es bombeada a través de una tubería a la planta de proceso, esta agua contiene materia orgánica suspendida y diluida, agua de mar, sangre, aceites y grasas. (PRODUCE, 2009)

El agua de mar empleado para el bombeo de la materia prima representa una proporción de 1.5 a 2.5 de materia prima y agua de mar respectivamente, este depende del sistema de bombeo que utiliza la industria (Pesca Perú, 1994). La industria harinera utiliza principalmente las bombas hidráulicas que requieren una proporción de 2 a 1 de materia prima y agua de mar respectivamente, generando así el menor daño a la materia prima. (Castro, 2004)

Cabe mencionar que actualmente para el trasvase de la materia prima de la chata hacia la planta, se utilizan bombas al vacío que requieren una proporción de agua y

pescado de 1/1, generando así un menor impacto sobre la calidad del recurso hidrobiológico y una menor cantidad de agua de bombeo el cual permite un tratamiento adecuado del efluente previo a su vertimiento hacia el medio marino receptor.

Las características físico químicas que posee el agua de bombeo estarán relacionado al tiempo de captura, la calidad de materia prima, la estacionalidad de la pesca y de la bomba que se utilizara para el trasvase. (CONAM, 1998)

En la Tabla 1 se evidencia las características físicas químicas del agua de bombeo según diferentes autores.

**Tabla 1. Características físico químicas del agua de bombeo**

<b>Parámetro</b>	<b>Valores</b>	
Sólidos Totales	32 – 79 g/L	2.8 %
Grasa	0.16 – 7.5 g/L	0.10 %
Proteína Total	NR	1.00%
Proteínas Solubles	0.3 – 7.50 g/L	NR
Ceniza	NR	1.4 %
DBO5	NR	4600 ppm
DQO	490 – 12600 ppm	35200 ppm
pH	NR	6.2
<b>Fuente:</b>	Mari et al. (1994)	Abu et al. (1984), citados por Del Valle et al. (1990)

Fuente: Castro (2004)

#### **b. Sanguaza**

La sanguaza es generada por la presión de la materia prima almacenada en las pozas de las plantas pesqueras, el cual contiene agua, sangre y sólidos de pescado (PRODUCE, 2009). En proporción se dice que contiene de 6 a 8 % de sólidos totales

y de 1 a 2 % de grasa. (Pesca Perú, 1995). El autólisis de las enzimas presentes en el estómago de la anchoveta y la acción bacteriana originan una pérdida de proteínas y aceites (CONAM, 1998).

La sanguaza se genera por una pésima descarga de materia prima, la altura que tienen las pozas, la talla de la anchoveta, el tiempo y la temperatura de almacenamiento. (Landeo y Ruiz, 1996)

Para evitar la producción de la sanguaza, la materia prima debe ser procesada inmediatamente para evitar su descomposición, permitiendo así el aprovechamiento de los sólidos y aceites que contiene (Landeo y Ruiz, 1996). Estudios realizados en Chile determinan que la sanguaza en el proceso puede alcanzar el 2 a 10% del pescado almacenado. (Parin *et al.*, 1979, citados por Del Valle y Aguilera, 1990)

Según Del Valle y Aguilera (1990) muestran las características físico químicas de la sanguaza, ver Tabla 2.

**Tabla 2. Características físico químicas de la sanguaza**

Parámetro	Valores
Sólidos Totales	4.6 – 7.3 %
Grasa	0.8 – 1.2 %
Proteína Total	2.2 – 4.4 %
DQO	93000pm
pH	6 - 9

Fuente: Del Valle y Aguilera (1990)

### **c. Agua de cola**

El agua de cola es la parte líquida del licor de prensa (PRODUCE, 2016). Este efluente contiene una gran cantidad de materia prima orgánica (PRODUCE, 2009). La proporción de tonelada de pescado procesado y el agua de cola obtenida es de 2 a

1 respectivamente, el agua de cola contiene alrededor del 7% de sólidos. (Castro, 2004)

El agua de cola debe ser reaprovechada debido a la alta carga orgánica, pues si no podría generar un alto impacto negativo sobre el ecosistema marino (Castro, 2004).

El tratamiento que recibe el agua de cola es para recuperar sólidos y aceites. (CONAM, 1998). La cantidad de sólidos presente en el agua de cola está compuesto de proteínas siendo una fuente rica de minerales y proteínas. (Landeo y Ruiz, 1996)

La calidad de la materia prima, las condiciones de operación de la planta y el estado de los equipos condicionaran la composición del agua de cola obtenida. (Tornes y George, 1970)

En la Tabla 3 se muestra la composición química aproximada del agua de cola según la recopilación de varios autores. (Rodríguez, 2002)

**Tabla 3. Composición química del agua de cola**

<b>Parámetro</b>	<b>Valores (%)</b>	
Agua	91 - 94	90 - 93
Grasa	0.2 – 0.9	0.3
Proteína	-	7.1
Ceniza	-	1
Sólidos Totales	6 - 9	9.4
<b>Fuente:</b>	Landeo y Ruiz (1996)	Del Valle y Aguilera (1990)

Fuente: Rodríguez (2002)

### **2.1.5.2 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS EFLUENTES**

A continuación, se describen los parámetros característicos de los efluentes del proceso productivo de CHI, establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE:

#### **a. Potencial de Hidrogeno (pH)**

El pH determina el grado de acidez (cantidad de iones hidrogeno) o alcalinidad (cantidad de iones hidroxilo) de una sustancia que por lo general es liquido. Matemáticamente el pH se expresa como logaritmo decimal del concentrado de iones hidrogeno, las cuales son calculadas en moles/L. (Riaño, 2004)

#### **b. Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO<sub>5</sub> es la cantidad de oxigeno utilizado por microorganismos heterótrofos para transformar la materia orgánica metabolizable en anhídrido carbónico, agua y productos finales, el resultado se expresa en mg/L. (Baird, 2002, mencionado por Gil, 2006)

#### **c. Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

Los SST es la concentración de partículas retenidas en un medio filtrante, con un tamaño de filtro de 1.5 micrómetros de diámetro (Sánchez, 2011). Estos sólidos no se pueden eliminar por deposición y la unidad de medida es en mg/L e en ppm. (Elías, 2012)

#### **d. Aceites y Grasas**

Los aceites y grasas están compuestos de triglicérido, que son esteres de una molécula de glicerina que contienen tres ácidos grados. (Primo, 2007)

Para determinar grasas y aceites se deben relacionar sustancias con características físicas similares con base en su solubilización en el solvente, siendo su unidad de medida en mg/L. (Primo, 2007)

### **2.1.6 IMPACTOS AMBIENTALES RELACIONADOS AL VERTIMIENTO DE EFLUENTE DE LOS EIP DE CONSUMO HUMANO INDIRECTO**

Los impactos que podrían generar los efluentes de los EIP de consumo humano indirecto son descritos a continuación:

#### **a. Modificación de las características físico químicas del agua de mar**

Los cambios físicos como son el incremento de la temperatura hacen que disminuya la solubilidad de los gases y aumente la cantidad de sales, esto aumenta las reacciones metabólicas causando la putrefacción. (Echevarría, 2007)

Los cambios químicos son a causa de las grandes cantidades de materia orgánica, generando la disminución del contenido de oxígeno<sup>9</sup> disuelto, llegando a veces a una anoxia, alteración del pH del agua y en la capacidad de oxido-reducción de los sedimentos. (PRODUCE, 2009)

Los compuestos orgánicos presentes en el agua generan emulsiones y películas que impiden el paso de la luz, causando que no haya fotosíntesis, además de impedir el paso del aire generado la no oxigenación de las aguas. (Jiménez, 2002)

#### **b. Alteración de la Calidad de Sedimentos del Fondo Marino**

La alteración de los fondos marinos se debe al aumento de materia orgánica y la incapacidad del ecosistema marino en asimilarlas, generando la acumulación de

sedimentos reductores y sedimentos refractarios a la degradación. (PRODUCE, 2009)

Las mayores fuentes de contaminación son las partículas en suspensión, las cuales generan turbidez provocando la dificultad de vida de organismos y destruyen lugares que sirven de alimentación y desove de peces. (Echarri, 2007)

Los sedimentos aumentan los niveles de perturbación de los bentos causando un cambio en la composición de las especies y el reclutamiento lento. (Macdonald *et al.*, 1996)

#### **c. Alteraciones en el ecosistema marino**

La disminución de la concentración de oxígeno disuelto es debido a la contaminación por materia orgánica, generando reducción de oxígeno para las especies del ecosistema. (PRODUCE, 2009)

Una alteración sería las sustancias orgánicas del agua del bombeo que al degradarse se combinan con el oxígeno del agua generando el agotamiento de oxígeno provocando la muerte de las especies asfixia. Otro sería lo generado por las grasas y aceites, que es la generación de películas que no permite el paso de oxígeno impidiendo la fotosíntesis y asfixia de las especies marinas. (Álvarez, 2001)

#### **d. Alteración de la Calidad de Vida**

Las áreas acuáticas donde se vierten los efluentes industriales pesqueros sufren cambios drásticos como son la transparencia, hedor desagradable, cambio de coloración, los cuales pueden ser producido por las bacterias o blooms fitoplanctónicos. (PRODUCE, 2009)

Los aceites y grasas del proceso de la harina de pescado son difíciles de metabolizar por las bacterias por lo que genera que se formen películas que flotan en el agua, afectando a los seres vivos. (Echarri, 2007)

## **2.1.7 PROCESOS DE TRATAMIENTOS DE EFLUENTES EN LOS EIP**

### **Procesos de tratamiento de efluentes residuales industriales**

Existen varios procesos de tratamiento dentro de los que pueden ser aplicados a las aguas residuales industriales para su transformación en aguas con características y condiciones específicas de acuerdo al proceso industrial concreto de la empresa y las características del cuerpo receptor. Los principales procesos de tratamiento de acuerdo a cada categoría se explican a continuación, según PRODUCE (2016).

#### **1. Tratamiento primario:**

En esta primera fase, los sólidos suspendidos de pescado, presentes en el agua de bombeo, son recuperados a través de filtros con aberturas de 1 milímetro como máximo. Éstos pueden ser rotativos (los más usados actualmente y de mejor eficiencia) o estáticos, llamados también zarandas vibratorias de alta frecuencia.

El material de las mallas, usadas mayormente en los tamices rotativos, es de acero inoxidable (mallas Jhonson), mientras que en las zarandas vibratorias el material es de poliuretano. El porcentaje de recuperación de sólidos mayores a 1 mm en esta primera fase es muy variable, dependiendo directamente de la calidad de la materia prima descargada. Si la materia prima es fresca, con pocas horas en la bodega de la embarcación, la recuperación es mínima. De lo contrario, si la materia prima lleva muchas horas en la bodega de la

embarcación, la recuperación en los filtro rotativos será mayor. Otros aspectos que hacen variable el porcentaje de recuperación son la talla del recurso y el estadio sexual. La recuperación de sólidos mayores a 1 mm en esta fase, puede variar de 1.5% hasta 8% del total de la materia prima descargada, depende de las condiciones de la materia prima indicadas en el párrafo anterior. Los sólidos recuperados son enviados a las rastras de los cocinadores, directamente para su inmediato proceso, o pueden ser enviados a las pozas de almacenamiento de materia prima. (PRODUCE 2009)

## **2. Tratamiento secundario:**

En esta fase, los aceites y grasas y, en menor proporción, sólidos suspendidos menores a 1 mm, son recuperados a través de trampas de grasa y tanques de flotación con incorporación de aire. Los tanques pueden ser circulares o rectangulares, siendo los primeros más recomendables por no contar con puntos muertos (esquinas) donde se acumulen sólidos y se tornen puntos anaerobios.

La forma de incorporar el aire es determinante para la recuperación de las grasas. Según el estudio realizado por esta Dirección General de Asuntos Ambientales de Pesquería, del Ministerio de la Producción, la manera más eficiente es mediante la inyección de microburbujas de aire, con tanques de flotación que no sean muy altos (1.5 metros de altura), para que las partículas de microburbujas que captan y arrastran las grasas a la superficie del tanque no pierdan su poder de flotación. Cuanto menor es la altura y mayor el área de superficie del tanque de flotación, es más eficiente la recuperación; siempre y cuando el sistema de microburbujas esté bien dimensionado. El

porcentaje de recuperación, al igual que en la primera fase, es muy variable, dependiendo principalmente de la calidad de la materia prima, talla y estadio sexual. Las eficiencias de los equipos utilizados en esta fase fluctúan entre el 55 y 72% de recuperación de aceites y grasas, con relación al efluente que entró a la segunda fase del tratamiento del agua de bombeo. Lo recuperado en el sistema de flotación es una nata grasosa denominada “espuma”. El líquido restante se vierte por los emisarios submarinos, propios de los establecimientos industriales pesqueros. La espuma, posteriormente, será tratada en un intercambiador de calor, separadora de sólidos y, finalmente, en centrífugas para la recuperación del aceite de pescado. (PRODUCE 2009)

### **3. Tratamiento terciario:**

Teniendo en consideración la magnitud de los impactos generados por el vertimiento de los efluentes de proceso aún después de haber sido tratados, se hace necesario considerar una tercera fase y realizar investigaciones sobre las eficiencias de recuperación de tratamientos complementarios, tales como los físico químicos o biológicos para los efluentes con el objeto de reducir el contenido de grasa y la carga orgánica que no han podido ser removidos en los tratamientos anteriores. (PRODUCE 2009)

En general, la implementación de equipos y sistemas de tratamiento para los efluentes residuales de cada EIP ubicados en la Bahía Chancay son similares, ya que cada equipo cumple una determinada función para la recuperación de los sólidos, sólidos suspendidos, aceites y grasas u otros, con la finalidad de poder recuperar al máximo cada componente y poder ingresar al proceso productivo, el cual le permitirá

al empresario poder cumplir con los LMP vigentes, lo cual dicha implementación fue progresiva desde la dación de la norma durante el periodo 2010 – 2013, en la cual la gran mayoría de las empresas venían cumpliendo.

Para lograr el cumplimiento de los LMP de efluentes los EIP de la bahía de Chancay han realizado cambios e implementación de los equipos y sistemas de tratamientos complementarios al sistema físico tradicional los cuales se detallan a continuación:

- Bombas ecológicas (relación 1:1 agua/materia prima)
- Sistema independiente para el vertimiento del agua de enfriamiento de la columna barométrica
- Sistema de tratamiento de limpieza de equipos y del establecimiento industrial
- Análisis de efluentes de laboratorio
- Tratamiento complementario (bioquímico, biológico u otros)
- Tamices rotativos (malla 0.5mm)
- Trampa de grasa
- **Trasvase de la materia prima:** antiguamente se usaba bombas Hydrostal lo cual hacia un mayor consumo de agua de bombeo en relación a la materia prima de 2/1, en algunas ocasiones la materia prima llegaba en mala calidad. Dada la normativa actual, se opto por la instalación de bombas ecológicas que hace que sea necesario para el trasvase de la materia prima una igual cantidad de agua y materia prima con una relación 1/1, lo cual ha permitido que la materia prima no se dañe y llegue a la planta de procesamiento en mejor calidad.
- **Tratamiento de Agua de Bombeo:** estará integrado por una:

**Primera Fase:** consiste en la recuperación de Sólidos mayores a 0.75 mm, para el tratamiento primario disponen de filtros rotativos de 500 m<sup>3</sup>.

**Segunda Fase:** Recuperación de Aceites y Sólidos Suspendidos, la cual consiste en la recuperación de grasa del agua de bombeo, en celdas de flotación e inyección de micro burbujas de aire, centrifugado en un tricanter, obteniendo aceite, sólidos y agua de cola que se envía a la planta evaporada.

**Tercera Fase:** (tratamiento químico), consiste en un tratamiento complementario con adición de coagulación y floculantes que comprende el siguiente proceso: El agua de bombeo procedente de la celda de flotación (segunda fase de tratamiento) el cual será almacenado en un tanque ecualizador y luego enviado a un tanque de flotación (clarificador), en la que con ayuda de químicos se lograra obtener un efluente que cumplirá los LMP y se evacuara a través de un emisario submarino.

- **Tratamiento de efluentes de limpieza:** el cual consiste en realizar un pre-tratamiento por filtración, separación de sólidos (trampa separadora de sólidos), separación de grasa (Trampa separadora de grasa), Neutralización y Evacuación de efluente por el emisor submarino (Tubería HDPE).

A continuación se describe el sistema de tratamiento de efluentes implementados para las espumas, Sanguaza, agua de cola, lodos y borra, que serán integrados al proceso productivo y su correspondiente disposición final:

- a) **Tratamiento de espumas y disposición:** tratamiento de las espumas recuperadas en el sistema de flotación inducida se considerarán los equipos: tanque de almacenamiento de espuma, coagulador térmico, separadores, tricanters y centrifugas.

- b) **Tratamiento de la sanguaza:** La sanguaza es almacenada en un pozo, luego llevada a un filtro rotativo para recuperar sólidos: la sanguaza filtrada es calentada en el coagulador a temperatura de 90°C, de donde es bombeada al tricanter para la obtención de aceite.
- c) **Tratamiento del Agua de Cola:** El agua de cola es tratada en una (1) planta evaporadora de agua de cola de Película Descendente de tres efectos.
- d) **Recuperación de lodos:** producto de la “clarificación” del agua de bombeo se obtiene un lodo, que será enviado a una Separadora ambiental o Deshidratador, a fin de bajar la humedad del lodo y adicionarlo al proceso normal de producción de harina. El agua de la separadora ambiental retornara el tanque equalizador manteniendo un circuito cerrado en la tercera fase.

Finalmente, los efluentes residuales del proceso productivo previamente tratados serán almacenados en un tanque de retención y vertidos a través del emisor submarino al medio marino receptor.

El agua de enfriamiento de la columna barométrica es vertida directamente a través de un emisario submarino, dicha agua no requiere un tratamiento previo ya que no entra en contacto con ningún otro efluentes que pueda contaminarse.

De otro lado, cabe señalar que en los EIP se generan aguas servidas los cuales tienen dos opciones de evacuación o vertimiento, que puede ser: contar con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR o plantas de tratamiento biológico), o que en la zona haya una red de alcantarillado y que dichos efluentes cuenten con la respectiva autorización de vertimiento a dicha red de alcantarillado.

A continuación en el Diagrama 2 se representa el flujo de los equipos y sistemas de tratamiento implementados para el agua de bombeo en un determinado EIP.

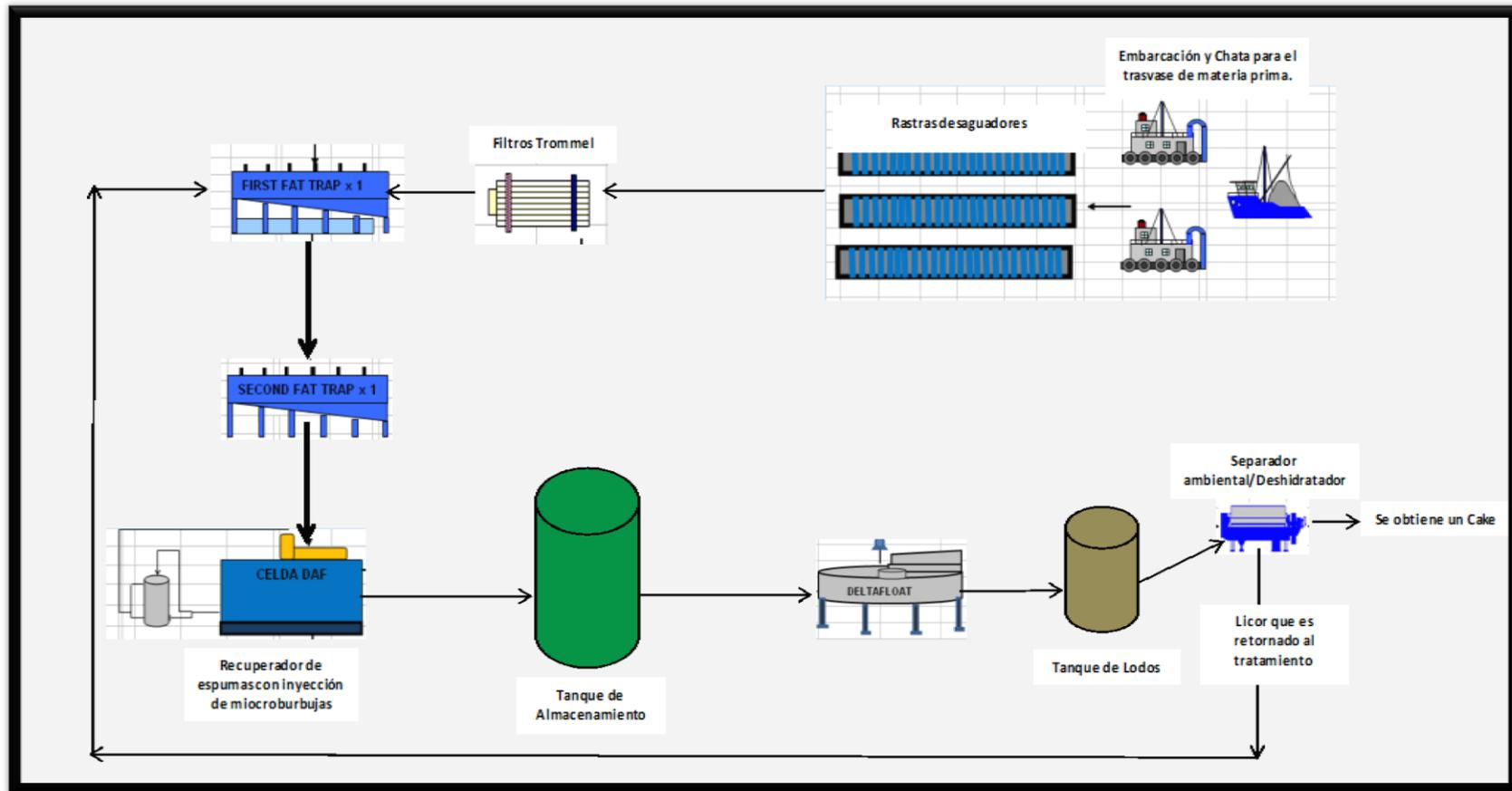


Diagrama 2. Flujo de equipos y sistema de tratamiento implementados en un EIP (Fuente: TASA 2012)

## **2.2 MARCO LEGAL**

### **2.2.1 LEGISLACIÓN AMBIENTAL GENERAL**

#### **a. Ley General del Ambiente (Ley N° 28611, publicada el 13 del octubre del 2005)**

La Ley señala en el artículo 74° que todo titular de las operaciones es responsables de las descargas, emisiones, efluentes y otros impactos negativos que se generan al ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de su actividad.

En su artículo 122° precisa que todas las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas y productivas, de comercialización u otras que generan aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, reduciendo sus niveles de contaminación hasta niveles establecidos como son los LMP y los ECA. .

#### **b. Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (Ley N° 26821, publicada el 25 del junio del 1997)**

La presente Ley en su artículo 2, promueve y regula el aprovechamiento de los recursos naturales, renovables y no renovables. Esto debe hacerse procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de recurso natural y el ambiente y el desarrollo integral de las personas.

#### **c. Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (Ley N° 29338, publicada el 31 de marzo del 2009).**

La presente Ley regula el uso y gestión de recurso hídricos, en la cual comprende el agua superficial, subterránea, continental y otros asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

- d. **Decreto Supremo N° 001-2010-AG, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29338 (D.S. N° 001-2010-AG, publicada el 24 de marzo del 2010)**

En el Capítulo VI señala lo referente al Vertimiento de las Aguas Residuales Tratadas

**De acuerdo al Artículo 131°, Aguas residuales y vertimientos:**

- Establece que las aguas residuales, cuyas características han sido modificadas por actividades antrópicas, tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y por las características de calidad estas aguas residuales deben de tener un tratamiento previo.
- Vertimiento de aguas residuales, es la descarga de aguas residuales previamente tratadas, en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluye las provenientes de naves y artefactos navales.

- e. **Ley General de Salud N° 26842 (Ley N° 26842, publicada el 15 de julio de 1997)**

La presente Ley establece en su artículo 103° sobre la protección del ambiente, señalando que es responsabilidad del Estado y las personas naturales y jurídicas que habitan, tienen la obligación de mantener las condiciones de salubridad dentro de los estándares permitidos, para preservar la salud de las personas.

- f. **Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 27446, publicada el 20 de abril del 2001)**

El objetivo de la Ley es: 1) la creación del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el cual tiene como función ser un sistema único y

coordinado de identificación, preservación, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales; 2) el establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas, y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión; y 3) establecer mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de una evaluación del impacto ambiental.

En el artículo 2° se establece el ámbito de aplicación de la Ley. Quedan comprendidos en el ámbito de la Ley, los proyectos de inversión públicos y privados que impliquen actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos, según disponga el reglamento de la presente Ley.

En su artículo 3°, establece la obligatoriedad de la certificación ambiental. A partir de la entrada en vigencia del Reglamento de la presente Ley, no podrá iniciarse la ejecución de proyectos incluidos en el artículo anterior y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarlas, autorizarlas, permitir las, concederlas o habilitarlas si no cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la Resolución expedida por la respectiva autoridad competente.

**g. Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, que aprueba el Reglamento de Ley N° 27446, Ley de Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 019-2009-MINAM, publicada el 25 de setiembre de 2009).**

El indicado Reglamento establece en su artículo 1°, que tiene por finalidad lograr una efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos, causados por las acciones humanas derivados de

los proyectos de inversión o través de políticas, planes, programas públicos, a través del SEIA.

- h. Ley que modifica diversos artículos del Código Penal y de la Ley General del Ambiente (Ley N° 29263, publicada el 1 de octubre de 2008).**

La norma, en su artículo 3°, Modificación del Título XIII del Código Penal, lo modifica en los siguientes términos:

Artículo 304°. **Contaminación del ambiente.** Señala que al infringir leyes, reglamentos o límites máximos permisibles, el cual provoque o realice descargas, emisiones, emisiones de gases tóxicos, emisiones de ruidos, filtraciones, vertimientos o radiaciones contaminantes en la atmósfera, el suelo, el subsuelo, las aguas terrestres, marítimas o subterráneas, que cause o pueda causar perjuicio, alteración o daño grave al ambiente o sus componentes, la calidad ambiental o la salud ambiental, según la calificación reglamentaria de la autoridad ambiental, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de cuatro años ni mayor de seis años y con cien a seiscientos días-multa. Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de tres años o prestación de servicios comunitarios de cuarenta a ochenta jornadas.

### **2.2.2 LEGISLACIÓN AMBIENTAL PESQUERA**

- a. Decreto Ley N° 25977, que aprueba la Ley General de Pesca (D.L. N° 25977, publicada el 21 de diciembre de 1992)**

La Ley General de Pesca aprobado por D.L. N° 25977 del 21 de diciembre de 1992, en su artículo 1° señala que dicha Ley tiene por objeto normar la actividad pesquera

con el fin de promover su desarrollo sostenido como fuente de alimentación, empleo e ingresos y de asegurar un aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos, optimizando los beneficios económicos, en armonía con la protección al medio ambiente y la conservación de la biodiversidad.

**b. Decreto Supremo N° 012-2001-PE, que aprueba el Reglamento de la Ley General de Pesca (D.S. N° 012-2001-PE; publicada el 13 de marzo del 2001)**

El Reglamento de la Ley General de Pesca, en su Título VII de la Protección del Medio Ambiente, artículo 78° de **Obligaciones de los titulares de las actividades pesqueras y acuícolas** señala que "Los titulares de las actividades pesqueras y acuícolas son responsables de la generación de sus efluentes, emisiones, ruidos y disposición de desechos, como resultado de los procesos efectuados en sus instalaciones, de los daños a la salud o seguridad de las personas, de efectos adversos sobre los ecosistemas o sobre la cantidad o calidad de los recursos naturales en general y de los recursos hidrobiológicos en particular, así como de los efectos o impactos resultantes de sus actividades".

Asimismo, el artículo 89°. **Actividades pesqueras sujetas a la elaboración y aprobación de un Estudio de Impacto Ambiental**, establece que están sujetas a la elaboración y aprobación de un Estudio de Impacto Ambiental (**EIA**) previo al otorgamiento de la concesión, autorización, permiso o licencia, según corresponda, la actividad de acuicultura, entre otras actividades.

- c. **Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, que aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la Industria de Harina y Aceite de Pescado (D.S. N° 010-2008-PRODUCE, publicado el 30 de abril del 2008)**

La indicada norma que aprueba los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado, establece en su inciso 1) de la Primera Disposición Transitoria que el Ministerio de la Producción, en un plazo no mayor de tres meses contados a partir del día siguiente de la entrada en vigencia, aprobará una Guía para la Actualización del Plan de Manejo Ambiental para que los titulares alcancen el cumplimiento de los LMP de sus efluentes pesqueros en concordancia con su EIA o PAMA. Los administrados presentarán sus expedientes técnicos dentro de dos meses a la publicación de la Guía, los cuales serán evaluados en un plazo no mayor a cinco meses. El inciso 4) de la Primera Disposición Sanitaria establece que la actualización del Plan de Manejo Ambiental (PMA) contemplará un periodo de adecuación para cumplir con los LMP en un plazo no mayor de cuatro años, el cual será contabilizado desde la aprobación de los referidos PMA por parte del Ministerio de la Producción. Asimismo, fija los valores límites para los efluentes industriales pesqueros siendo los parámetros a evaluar: AyG, DBO<sub>5</sub>, pH y SST, ver Tabla 4.

**Tabla 4. Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado**

PARÁMETROS CONTAMINANTES	I	II	III	MÉTODO DE ANÁLISIS
	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 (AyG)	20 mg/L	$1.5 * 10^3$ mg/L	$0.35 * 10^3$ mg/L	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20 <sup>th</sup> . Ed. Method 5520D. Washington; o Equipo Automático Extractor Soxhlet.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	100 mg/L	$2.5 * 10^3$ mg/L	$0.7 * 10^3$ mg/L	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20 <sup>th</sup> . Ed. Part.2540D Washington.
pH	6 -- 9	5 -- 9	5 -- 9	Protocolo de Monitoreo aprobado por Resolución Ministerial N° 003-2002-PE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	≤ 60 mg/L	( c )	( c )	Resolución Ministerial N° 003-2002-PE (d)

Fuente: Produce (2008)

- (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.
- (d) El Protocolo de Monitoreo será actualizado.

Respecto al parámetro DBO<sub>5</sub> del efluente, en la Tabla 5 se presentan normas referenciales. De la información presentada, se observa que la norma ecuatoriana considera concentraciones de efluentes que serán vertidos por emisores submarinos, situación análoga a la disposición de los efluentes pesqueros de CHI en nuestro país.

**Tabla 5. Normas referenciales para la descarga de aguas residuales - DBO<sub>5</sub>**

Referencia	Descripción	DBO <sub>5</sub>
		<b>Concentración (mg/l)</b>
Normas oficiales para la calidad del agua. Venezuela, 1995.	Descarga a medio marino – costero	60
Decreto ejecutivo N° 1589 del 2006 que modifica el Decreto N° 3516 del 2003 texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente de la República de Ecuador (Anexo 1 del libro VI): norma de calidad ambiental de efluentes al recurso agua (agua marina)	Descarga de efluentes mediante emisores submarinos	400

Fuente: Elaboración Propia

- d. Resolución Ministerial N° 621-2008-PRODUCE, que Establecen Disposiciones Dirigidas a Titulares de Plantas de Harina y Aceite de Pescado y de Harina Residual de Pescado, a fin de Realizar la Innovación Tecnológica para Mitigar sus Emisiones al Medio Ambiente (R.M. N° 621-2008-PRODUCE, publicado el 23 de julio de 2008).**

La norma establece un cronograma para realizar la innovación tecnológica para mitigar las emisiones de las plantas de harina y aceite de pescado y de harina residual de pescado al medio ambiente.

- e. **Resolución Ministerial N° 181-2009-PRODUCE, que aprueba la Guía para la Actualización del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para que los titulares de los establecimientos industriales pesqueros alcancen el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles aprobados por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (R.M. N° 181-2009-PRODUCE, publicada el 28 de abril del 2008).**

A través de esta norma, los establecimientos industriales pesqueros presentan los Planes de Manejo Ambiental (PMA) al PRODUCE, para su correspondiente aprobación, en la cual plantea las medidas y sistemas de tratamientos complementarios a implementar para cumplir con los valores fijados en los LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE.

- f. **Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y cuerpo Marino Receptor para la Industria Pesquera de Consumo Humano Indirecto (R.M. N° 003-2002-PE y su modificatoria R.M. N° 061-2016-PRODUCE)**

Los protocolos sirven para estandarizar los procedimientos, métodos de muestreo y análisis de los efluentes, asegurando que la información recabada sea de calidad y compatibles. Dichos programas de monitoreo sirven para mejorar la eficiencia en sus sistemas de tratamiento. Los establecimientos industriales pesqueros con licencia de operación vigente para el proceso de los recursos hidrobiológicas de CHI, deberán presentar los reportes de monitoreo con los resultados conforme a lo especificado en el protocolo.

- g. **Establecimientos de épocas de veda y pesca de la anchoveta**

En el artículo 12 de la Ley General de Pesca N° 25977, establece los sistemas de ordenamiento pesquero, donde se considera según sea el caso, los regímenes de

acceso, captura total permisible, magnitud del esfuerzo de pesca, períodos de veda, temporadas de pesca, tallas mínimas de captura, zonas prohibidas o de reserva, artes, aparejos, métodos y sistemas de pesca, así como las acciones de monitoreo, control y vigilancia.

**h. Decreto Legislativo N° 1084, que aprueba la Ley sobre Límites Máximos de Captura por Embarcación, (D.L. N° 1084, publicada el 28 de junio de 2008)**

La presente Ley tiene por objeto en su artículo 1, establecer el mecanismo de ordenamiento pesquero aplicable a la extracción de los recursos de anchoveta y anchoveta blanca (*Engraulis ringens* y *Anchoa nasus*) destinada al Consumo Humano Indirecto, con la finalidad de mejorar las condiciones de almacenamiento para la modernización y eficiencia; promover un desarrollo sostenido del recurso como fuente de alimentación, empleo e ingresos; y, asegurar un aprovechamiento responsable de los recursos hidrobiológicos, en armonía con la preservación del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad. De manera complementaria se aplicarán a la extracción del recurso de anchoveta otras medidas de ordenamiento pesquero contempladas en la Ley General de Pesca.

La fijación de cuotas o de los Límites Máximos de Captura por Embarcación se realiza a partir de la recomendación científica del IMARPE, a fin de salvaguardar la sostenibilidad del stock de dicha especie.

### III. MÉTODO

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio de investigación utilizó el método siguiente:

**Descriptivo:** A partir de la información obtenida respecto a las concentraciones de los parámetros AyG, pH, SST y DBO<sub>5</sub>, se logro evaluar cada uno de los parámetros en función del tiempo y como estos han variado a medida que se hacían mejoras en sus sistemas de tratamiento con el fin de cumplir con los LMP.

**Aplicativo:** La información obtenida permitió realizar la aplicación de conocimientos, para la evaluación de cada uno de dichos parámetros con la finalidad de obtener resultados que ayuden al desarrollo de la investigación.

**Explicativo:** La investigación explicativa está orientada a la comprobación de la hipótesis planteada, basándose en el análisis, la evaluación, síntesis e interpretación de los resultados obtenidos.

#### 3.2 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

- Ámbito Temporal: Periodo de tiempo 2011-2017
- Ámbito Espacial: Bahía de Chancay

#### 3.3 VARIABLES

- Variables dependientes: AyG (mg/L), pH, DBO<sub>5</sub> (mg/L) y SST(mg/L),
- Variables independientes: Periodo de tiempo 2011-2017

### **3.4 POBLACION Y MUESTRA**

#### **3.4.1 POBLACIÓN**

La presente investigación tiene como población los cinco (5) Establecimientos Industriales Pesqueros ubicados en la Bahía de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

#### **3.4.2 MUESTRA**

La presente investigación tiene como muestra la información obtenida de los reportes de monitoreos de cada uno de las cinco (5) empresas pesqueras en estudio, referente a sus concentraciones de los parámetros (AyG, SST, pH, y DBO5), contenidos en los efluentes generados durante el proceso productivo de harina y aceite de pescado de los establecimientos industriales pesqueros de Consumo Humano Indirecto, ubicados en la Bahía de Chancay, con la finalidad de realizar una evaluación de la calidad de sus efluentes en un determinado periodo de tiempo a fin de verificar el cumplimiento de los LMP.

### **3.5 INSTRUMENTOS**

- Reportes de monitoreos de las cinco (5) empresas pesqueras ubicadas en la bahía de Chancay, cuya información ha sido elaborado por los respectivos laboratorios acreditados y registrados ante PRODUCE.
- Computadora personal marca TOSHIBA modelo K525LB-AX165H: se utilizará para el ingreso de información recabada, elaboración del informe final.

- Excel 2013: se hizo uso de este programa para procesar la información de los reportes de monitoreos de efluentes, así como también para la elaboración de algunos cuadros estadísticos.
- Word 2010: se hizo uso de este programa para elaborar el informe final de la presente investigación
- Minitab: se utilizó este programa estadístico para analizar los datos de manera efectiva. Es adecuado y proporciona resultados claros.
- ArcGIS Desktop10.5
- Hojas bond
- Lapicero, Lápices.

### **3.6 PROCEDIMIENTOS**

- Se trabajó con la información procedente de los reportes de monitoreo de efluentes de los cinco (5) EIP de CHI, que operan en la zona de la Bahía del Chancay, que son entregados a la instancia de competencia ambiental del Ministerio de la Producción y el OEFA, de acuerdo a lo establecido en el protocolo de monitoreo para efluentes y cuerpo marino receptor del Sector.
- Los reportes de monitoreos evaluados para la presente investigación, son realizados por los laboratorios acreditados y contratados por las empresas pesqueras, las cuales deben seguir los procedimientos establecidos para la recolección y toma de muestra de los efluentes, de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor (R.M. N° 003-2002-PE) y su modificatoria aprobada por R.M. N° 061-2016-PRODUCE.

- Se procedió a realizar el ordenamiento e ingreso de la información obtenida de los reportes de monitoreo en la herramienta Excel 2013, siendo los parámetros: pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), Aceites y Grasas (AyG) y sólidos suspendidos totales (SST) contenidos en los efluentes del proceso de los cinco (5) establecimientos industriales pesqueros de consumo humano indirecto.
- Se procedió a efectuar la prueba estadística de Anderson-Darling, para corroborar la normalidad de los datos de cada uno de los parámetros en estudio, mediante el uso del programa estadístico MINITAB 16 y/o SPSS.
- Se realizaron gráficas continuas de series de tiempo, con la finalidad de observar la variación de cada uno de los parámetros analizados de los efluentes de los cinco (5) EIP durante el periodo de evaluación 2011 -2017, para lo cual se empleo el programa Excel 2013.
- Se efectuó el análisis correspondiente en concordancia con el D.S. N° 010-2008-PRODUCE relacionado a los LMP para A y G, pH, y SST; respecto al parámetro DBO<sub>5</sub> para su evaluación se tendrá como referencia una norma internacional, ya que no se tiene establecido el valor límite para dicho parámetro.
- Se realizó una evaluación a cada una de las cinco (5) empresas pesqueras respecto a la eficiencia de los sistemas de tratamientos de efluentes implementados por los establecimientos industriales pesqueros de la Bahía de Chancay.

### **3.7 ANÁLISIS DE DATOS**

Se ha realizado la evaluación de los parámetros de pH, AyG, SST y DBO<sub>5</sub> con respecto a los Límites Máximos Permisibles aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, contenido en la calidad de sus efluentes residuales de los cinco (5) Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Indirecto ubicados en la Bahía de Chancay, comprendidos durante el periodo 2011 – 2017.

#### **3.7.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS (NORMALIDAD)**

Para el análisis estadístico de la información obtenida se procedió a realizar la evaluación de la normalidad de los datos mediante la prueba de Anderson y Darling, respecto a los reportes de monitoreos obtenidos de los cinco EIP durante el periodo 2011 – 2017, que vierten sus efluentes en la Bahía de Chancay, lo cual permitió obtener la variación de las concentraciones de los parámetros contenidos en los efluentes residuales vertidos, siendo los parámetros: pH, DBO<sub>5</sub>, AyG y SST.

- Al respecto, en la Figura 1, se aplicó la normalidad de los datos por cada parámetro en estudio respecto al EIP “María”; observándose que mediante la prueba de Anderson y Darling, se logra obtener la normalidad de los datos para el parámetro pH dado que presentan un valor P-value mayor al valor de significancia (0.005), mientras que para los parámetros AyG, SST y DBO<sub>5</sub> el P-value es menor al valor de significancia, por lo tanto estos últimos tres parámetros no siguen una distribución normal.
  
- Al respecto, en la Figura 2, se aplicó la normalidad de los datos por cada parámetro en estudio respecto al EIP “Miriam”; observándose que mediante

la prueba de Anderson y Darling, se logra obtener la normalidad de datos para el parámetro pH dado que presentan valores de P-value mayor al valor de significancia (0.005), mientras que para los parámetros AyG, SST, y DBO<sub>5</sub> el P-value es menor al valor de significancia, por lo tanto para estos últimos parámetros los datos no siguen una distribución normal.

- Al respecto, en la Figura 3, se aplicó la normalidad de los datos por cada parámetro en estudio respecto al EIP “Sergio”; observándose que mediante la prueba de Anderson y Darling, se logra evidenciar que no existe la normalidad de datos para ningún parámetro en estudio, ya que los valores son menores al valor de significancia (0.005), por lo tanto, los datos no siguen una distribución normal.
- Al respecto, en la Figura 4, se aplicó la normalidad de los datos por cada parámetro en estudio respecto al EIP “Alison”, observándose que mediante la prueba de Anderson y Darling, se logra obtener la normalidad de datos para el parámetro pH dado que presentan un valor P-value mayor al valor de significancia (0.005), mientras que para los parámetros AyG, SST y DBO<sub>5</sub> el P-value es menor al valor de significancia, por lo tanto para estos últimos parámetros los datos no siguen una distribución normal.
- Al respecto, en la Figura 5, se aplicó la normalidad de los datos por cada uno de los parámetros en estudio respecto al EIP “Alberto”, observándose que mediante la prueba de Anderson y Darling, no se logra obtener la normalidad de datos para ningún parámetro, ya que el P-value es menor al valor de significancia (0.005), por lo tanto, los datos no siguen una distribución normal.

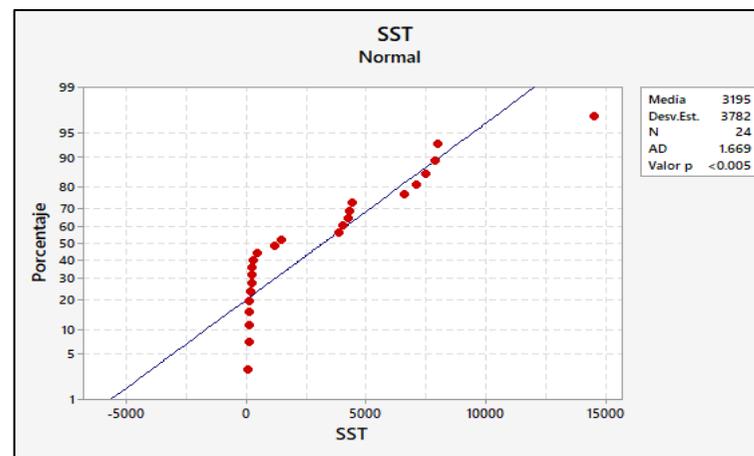
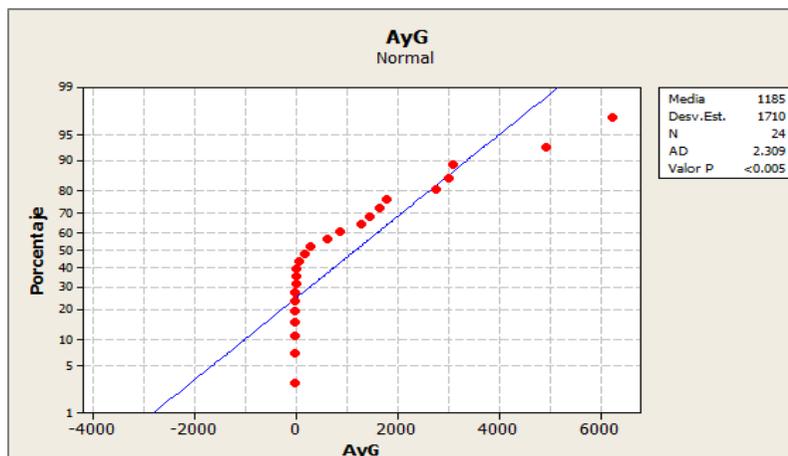
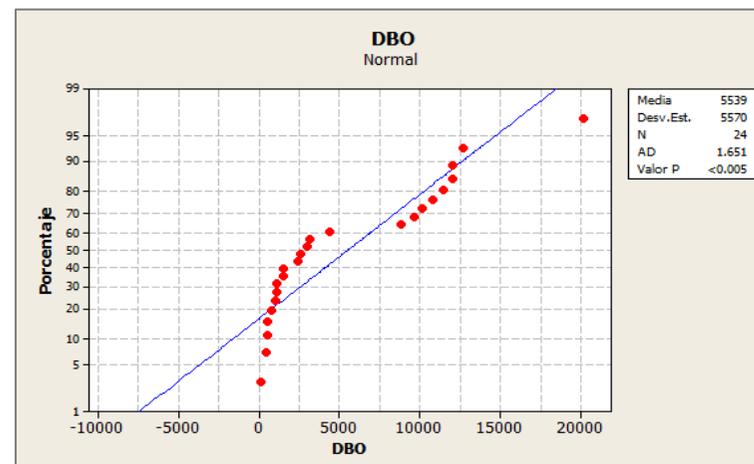
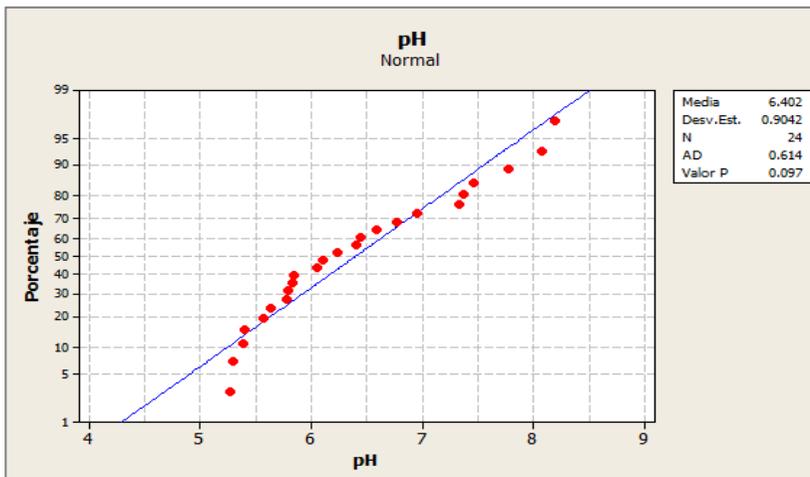


Figura 1. Normalidad por la prueba de Anderson y Darling de los parámetros de pH, DBO5, AyG y SST del EIP “María”

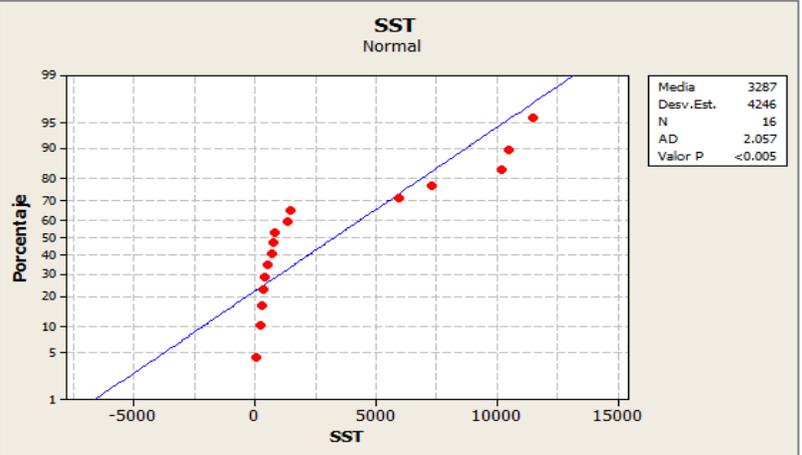
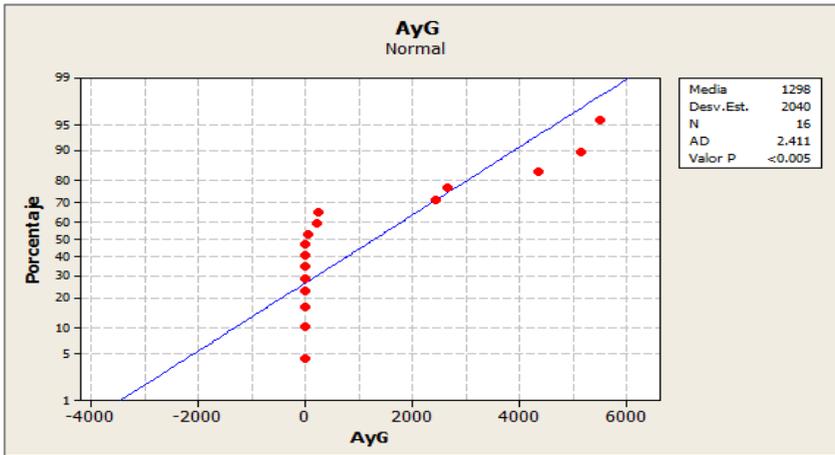
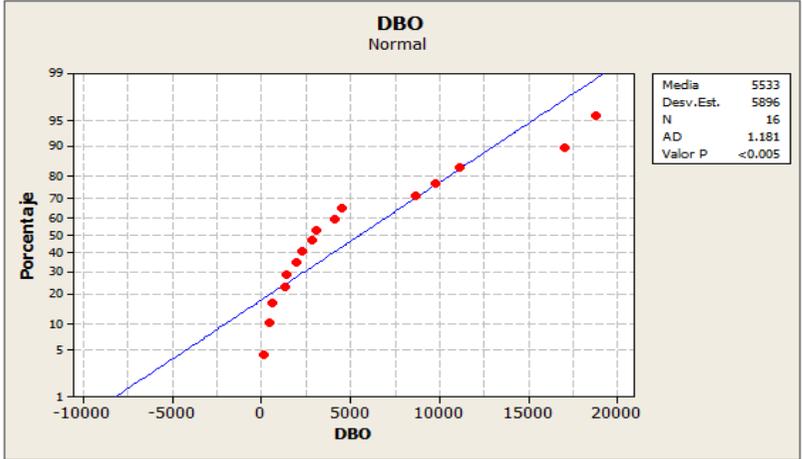
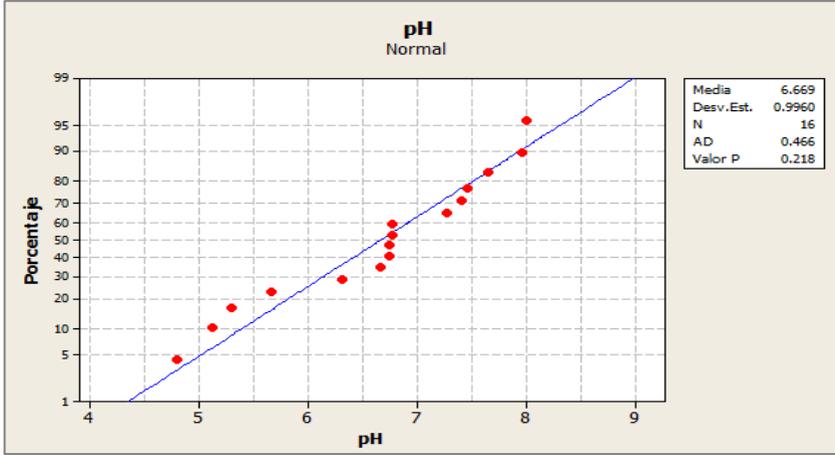


Figura 2. Normalidad por la prueba de Anderson y Darling de los parámetros de pH, DBO5, AyG y SST del EIP “Miriam”

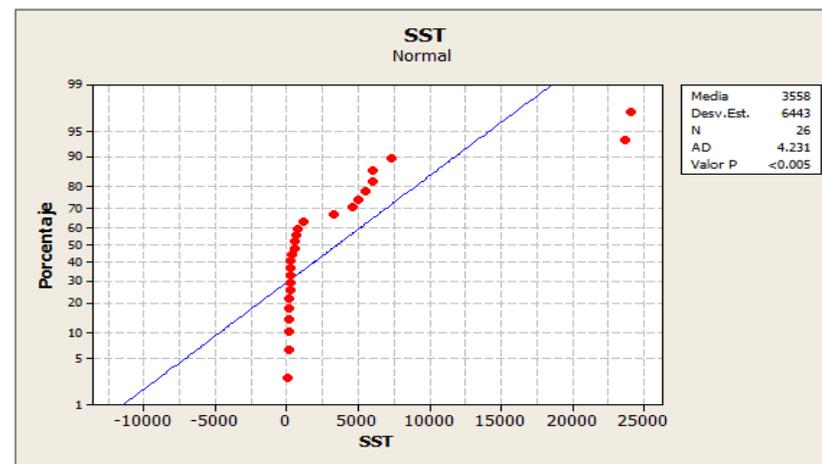
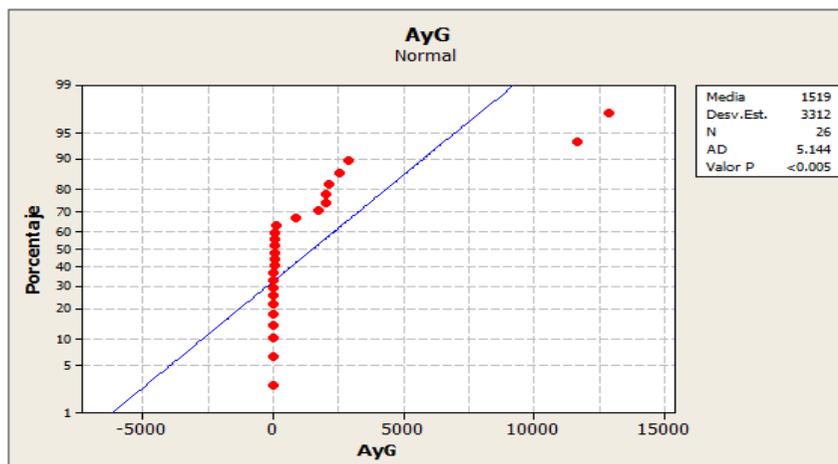
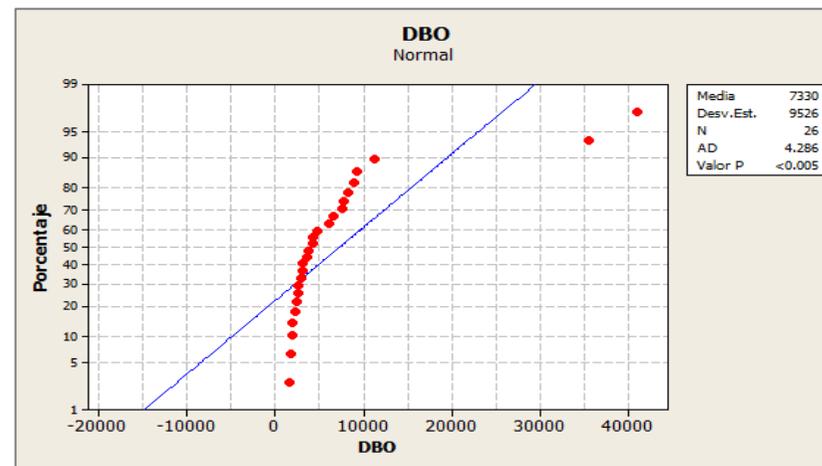
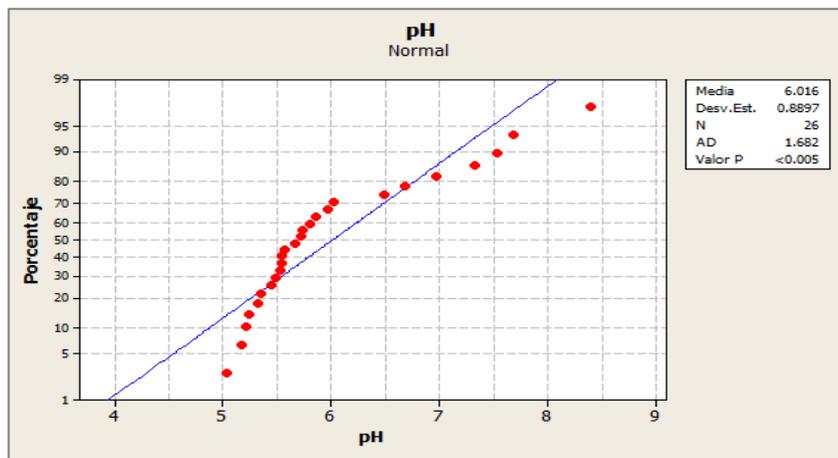


Figura 3. Normalidad por la prueba de Anderson y Darling de los parámetros de pH, DBO5, AyG y SST del EIP “Sergio”

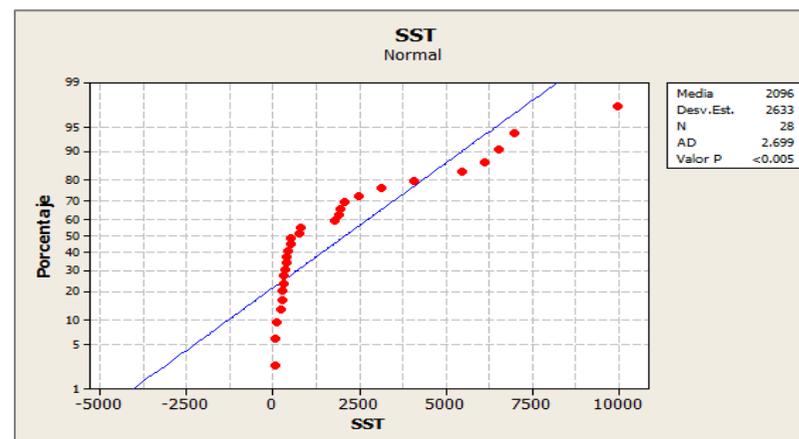
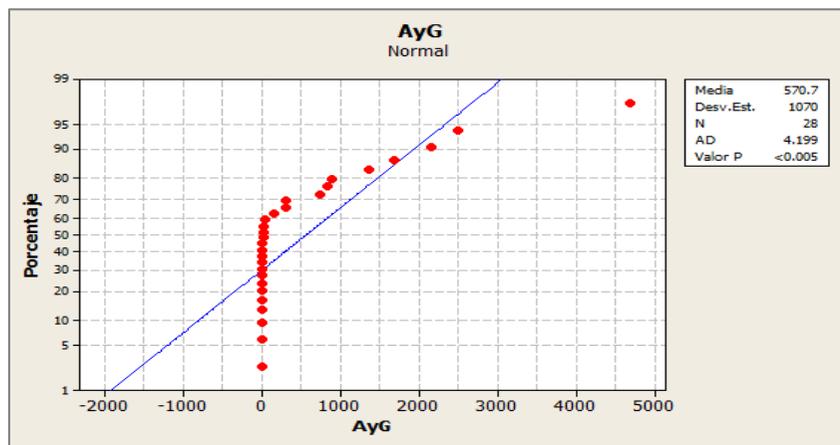
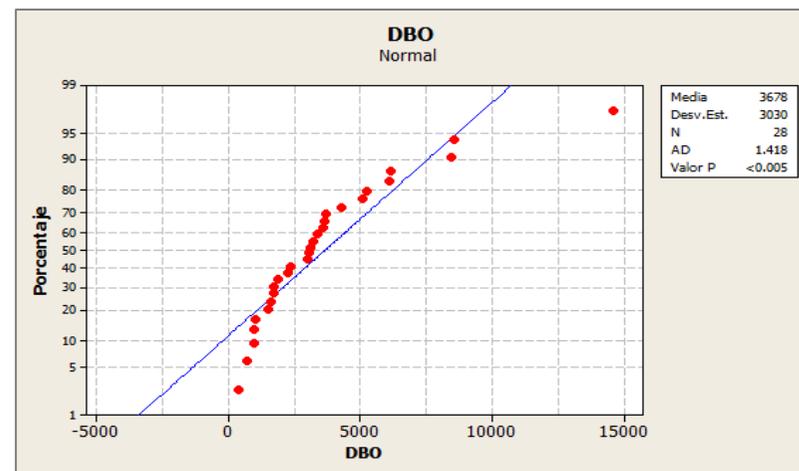
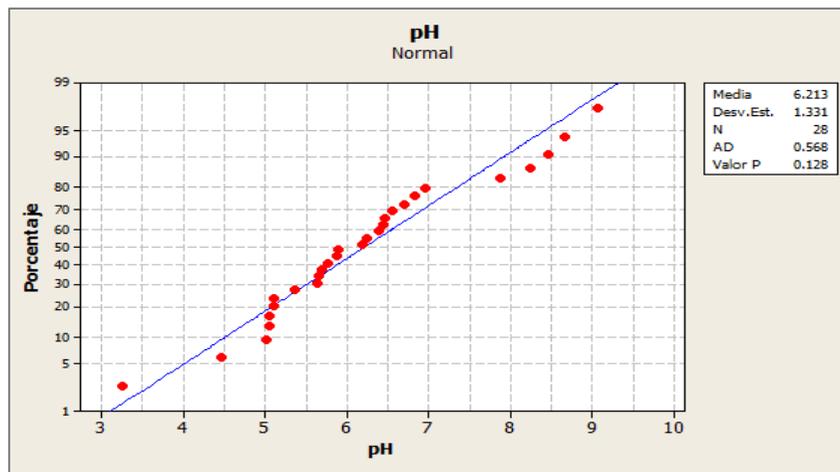


Figura 4. Normalidad por la prueba de Anderson y Darling de los parámetros de pH, DBO5, AyG y SST del EIP “Alison”

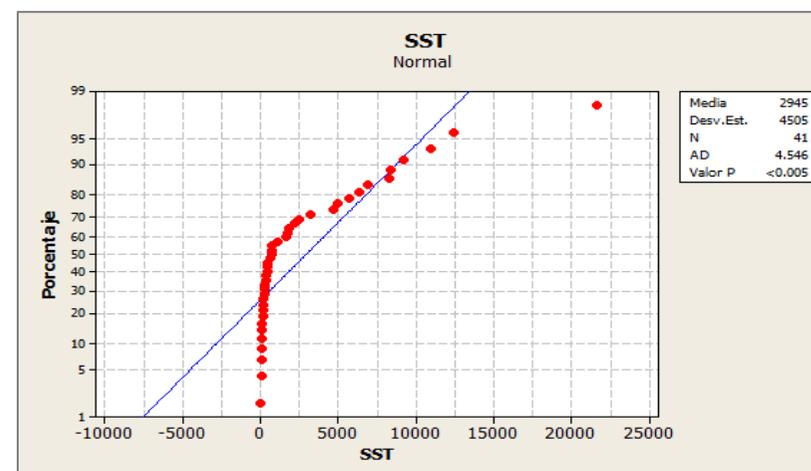
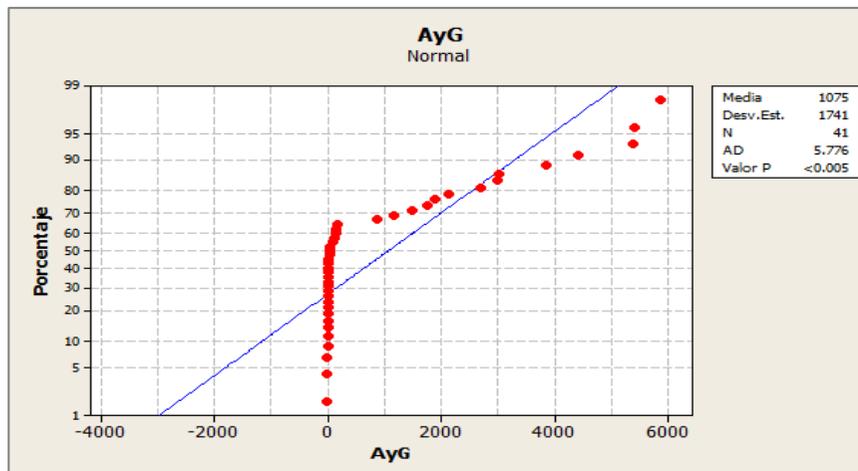
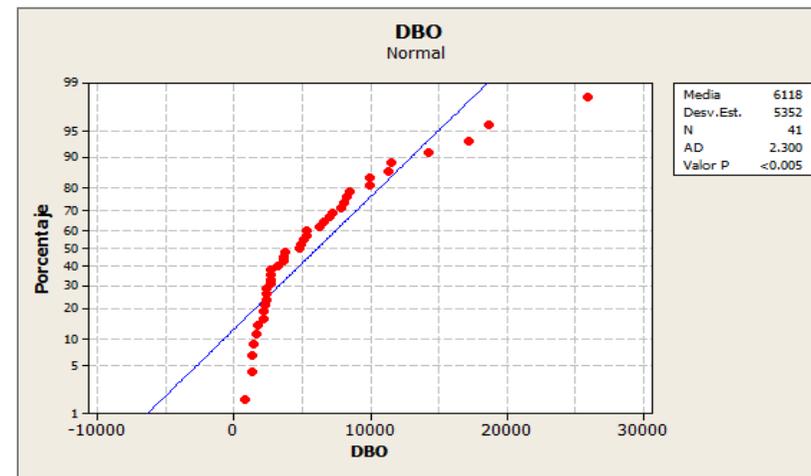
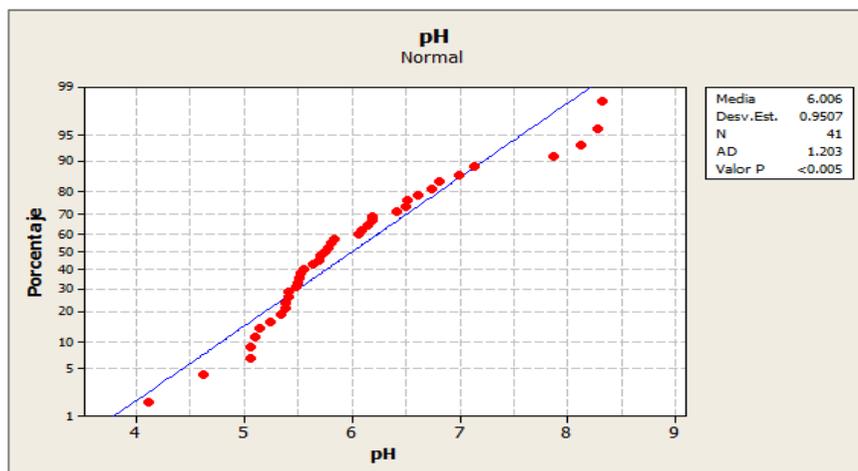


Figura 5. Normalidad por la prueba de Anderson y Darling de los parámetros de pH, DBO5, AyG y SST del EIP “Alberto”

### **3.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

- A través de la Ley N° 27806, referente a la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública (con fecha de aprobación de 7 de agosto del 2003), la información utilizada para la presente investigación se obtuvo a través del acceso a la información pública de los reportes de monitoreo mensuales elaborados de acuerdo a lo establecido en el Protocolo de Monitoreo, los cuales son presentados por cada uno de los cinco (5) EIP a las autoridades competentes en materia ambiental (PRODUCE y OEFA). Cabe señalar que por confidencialidad de la información a los cinco (5) EIP evaluados se les denominara como: María, Miriam, Alison, Sergio y Alberto. En Anexo 2 se adjunta el Oficio N° 01558-2018/PRODUCEFUN.RES.ACC.INF

## IV. RESULTADOS

### 4.1 EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES MENSUALES DE LOS PARAMETROS DE LOS EFLUENTES POR CADA EIP

A continuación, se describe la evaluación de cada uno de los parámetros de pH, AyG, SST y DBO<sub>5</sub> de los cinco EIP ubicados en la zona de estudio sobre la aplicación y verificación de los LMP.

#### 1. EIP “María”

**En el parámetro pH del EIP “María”:** se evidencia que en todos los monitoreos, comprendidos durante el periodo 2011 - 2017, dicho parámetro se encuentra dentro del rango establecido del valor LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP pH=5-9). (Ver Figura 6)

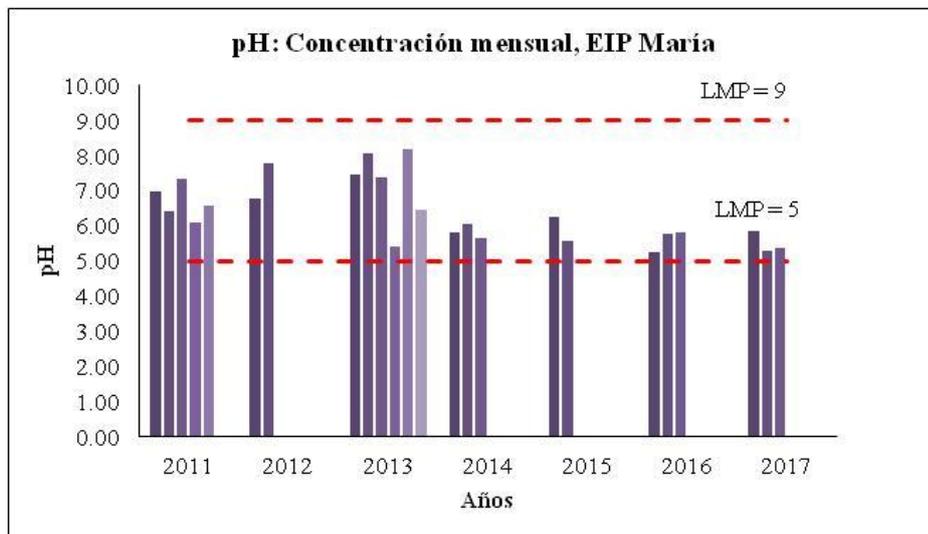


Figura 6. Concentración mensual de pH en efluente (2011- 2017), EIP “María”

**En el parámetro DBO<sub>5</sub> del EIP “María”:** se evidencia que ningún monitoreo del periodo 2011-2017, cumplen con lo establecido en el LMP referencial del país de Ecuador (LMP DBO<sub>5</sub>=400 mg/L). (Ver Figura 7)

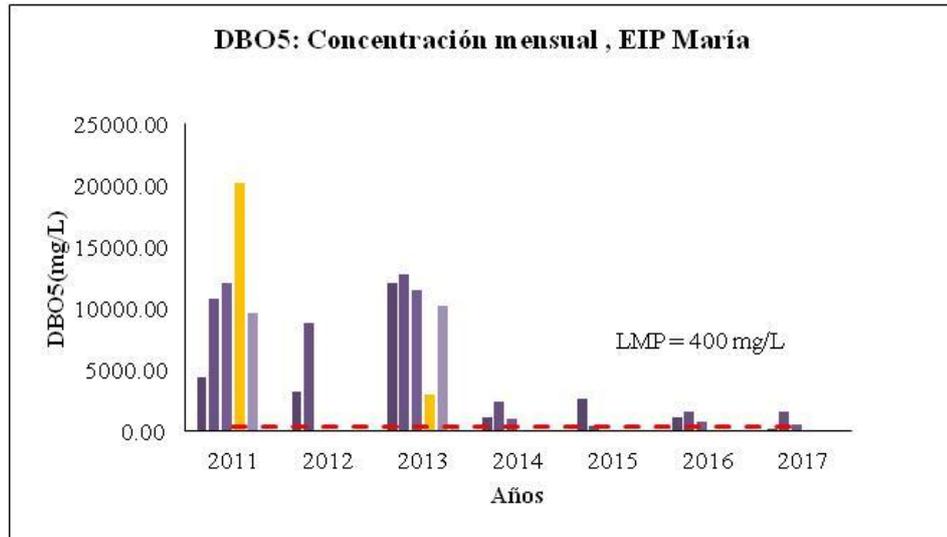


Figura 7. Concentración mensual de DBO<sub>5</sub> en efluente (2011- 2017), EIP “María”

**En el parámetro AyG del EIP “María”:** se evidencia durante el periodo 2011-2017, que para los años 2011 al 2013 no se cumple con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP AyG = 1500 mg/L) y a partir del año 2014 cumplen con lo establecido en el LMP (LMP AyG = 350 mg/L). (Ver Figura 8)

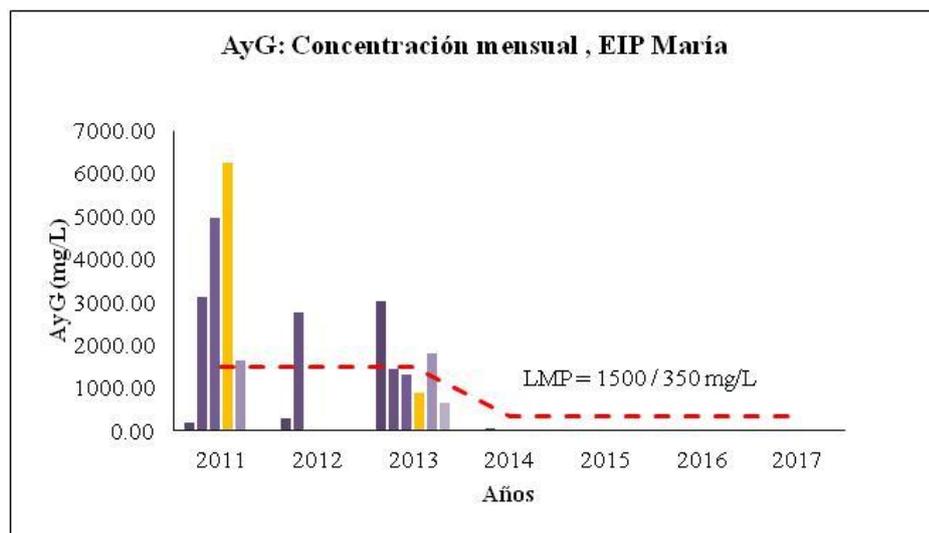


Figura 8. Concentración mensual de AyG en efluente (2011- 2017), EIP “María”

**En el parámetro SST del “EIP María”:** se evidencia durante el periodo 2011-2017, que para los años 2011 al 2013 no se cumple con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP SST = 2500 mg/L), y para el periodo 2014 al 2017 cumplen con lo establecido en el LMP (LMP SST = 700 mg/L), a excepción de un monitoreo tanto en el 2015, 2016 y 2017. (Ver Figura 9)

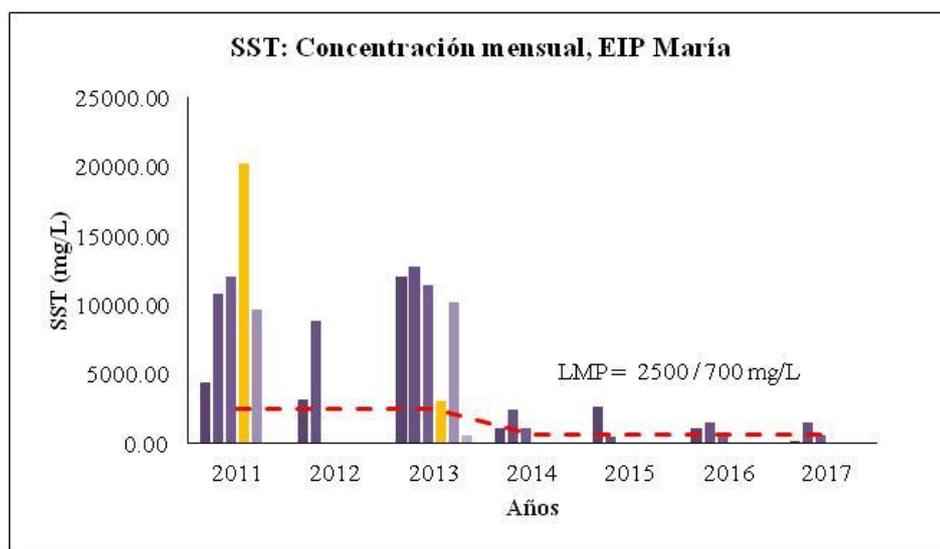


Figura 9. Concentración mensual de SST en efluente (2011- 2017), EIP “María”

## 2. EIP “Miriam”

**En el parámetro pH del EIP “Miriam”:** se señala que para dicho periodo de análisis 2011-2017, solo se obtuvo información durante el periodo 2011- 2013 en la cual se puede evidenciar que para los años 2011 y 2013, dicho EIP estaría cumpliendo con los valores LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP pH=5-9), a excepción del año 2012 donde se observa que un muestreo está por debajo del LMP. (Ver figura 10)

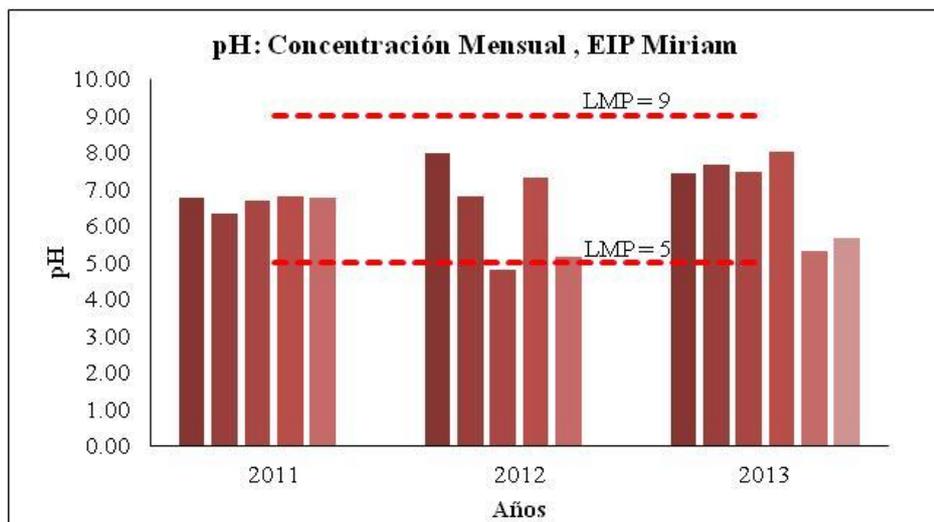


Figura 10. Concentración mensual de pH en efluente (2011- 2017), EIP “Miriam”

**En el parámetro DBO<sub>5</sub> del EIP “Miriam”:** se señala que para dicho periodo de análisis 2011-2017, solo se obtuvo información durante el periodo 2011- 2013 en la cual se puede evidenciar que para dichos años ninguno de los monitoreos cumplía con lo establecido en el LMP referencial del país de Ecuador (LMP DBO<sub>5</sub>=400 mg/L), a excepción del año 2012 donde se observa que dos monitoreos está por debajo del LMP. (Ver Figura 11)

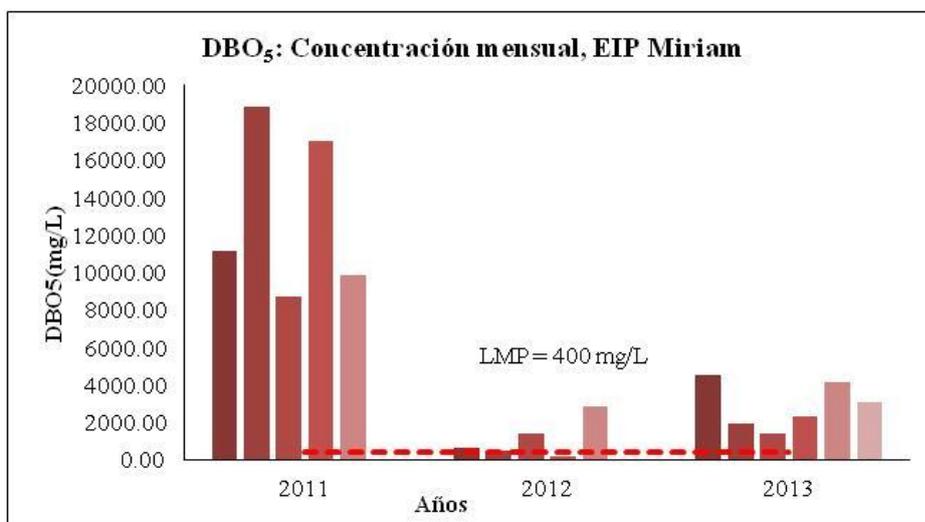


Figura 11. Concentración mensual de DBO<sub>5</sub> en efluente (2011- 2017), EIP “Miriam”

**En el parámetro AyG del EIP “Miriam”:** se señala que para dicho periodo de análisis 2011-2017, solo se obtuvo información durante el periodo 2011- 2013 en la cual se puede evidenciar que para el año 2011 no se cumple con lo señalado en el LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP AyG=1500 mg/L), y a partir del año 2012 se observa el cumplimiento de los LMP. (Ver Figura 12)

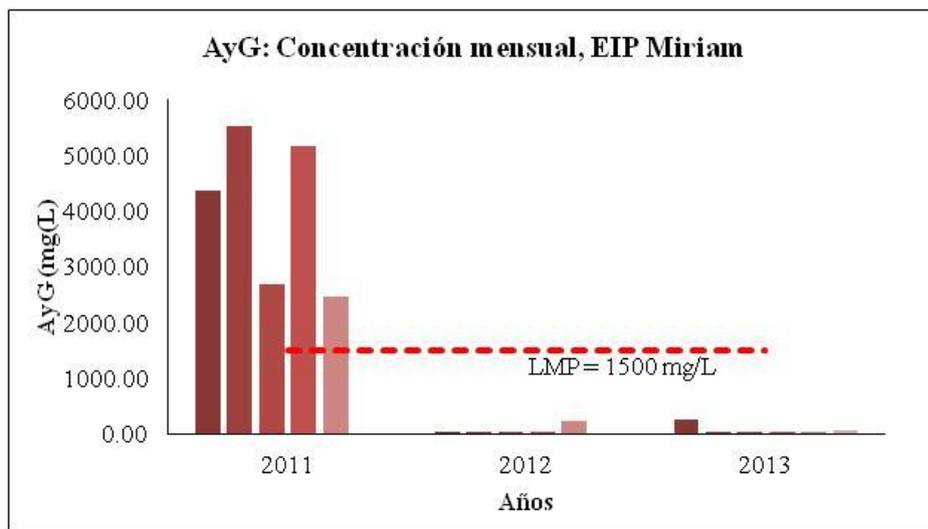


Figura 12. Concentración mensual de AyG en efluente (2011- 2017), EIP “Miriam”

**En el parámetro SST del “EIP Miriam”:** se indica que para dicho periodo de análisis 2011-2017, solo se obtuvo información durante el periodo 2011- 2013 en la cual se puede evidenciar que para el año 2011 no cumple con lo señalado en el LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP SST=2500 mg/L), y a partir del año 2012 se observa el cumplimiento de los LMP. (Ver Figura 13)

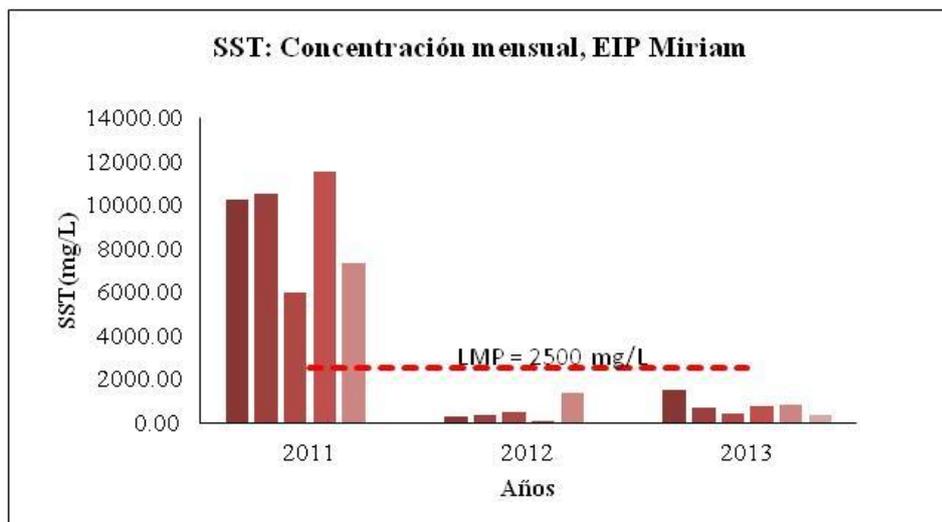


Figura 13. Concentración mensual de SST en efluente (2011- 2017), EIP “Miriam”

### 3. EIP “Sergio”

En el parámetro pH del EIP “Sergio”: se observa que todos los monitoreos, efectuados durante el periodo 2011-2017, los valores obtenidos de pH se encuentran dentro del rango señalado en los LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP pH=5-9). (Ver figura 14)

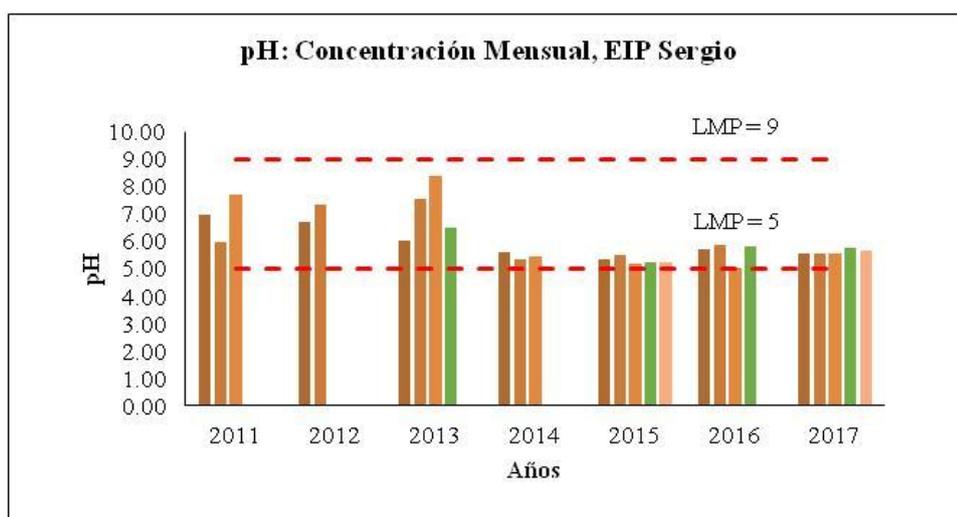


Figura 14. Concentración mensual de pH en efluente (2011- 2017), EIP “Sergio”

**En el parámetro DBO<sub>5</sub> del EIP “Sergio”:** se observa que ningún monitoreo del periodo 2011-2017, cumplen con lo establecido en el LMP referencial del país de Ecuador (LMP DBO=400 mg/L). (Ver Figura 15)

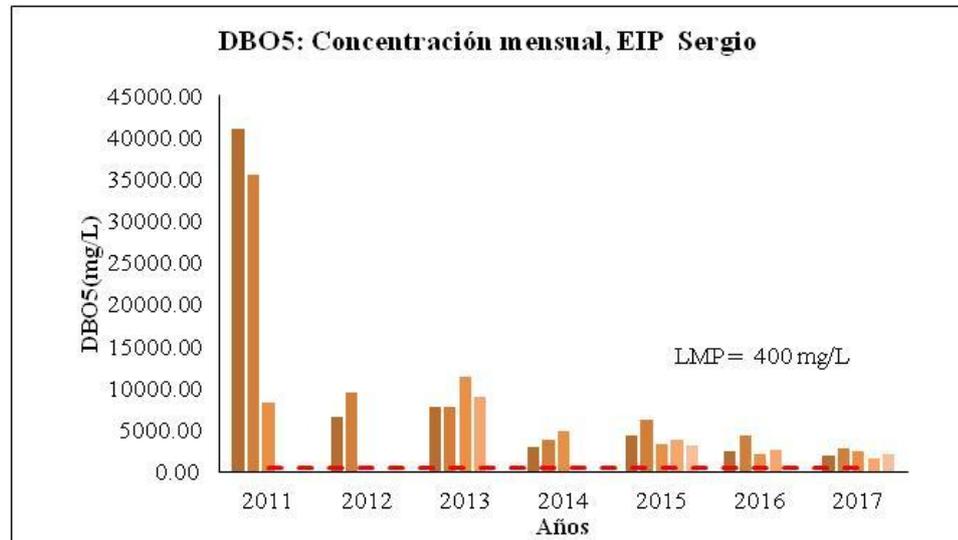


Figura 15. Concentración mensual de DBO<sub>5</sub> en efluente (2011- 2017), EIP “Sergio”

**En el parámetro AyG del EIP “Sergio”:** se observa que durante el periodo 2011-2017, que para los años 2011 al 2013 no se cumple con lo señalado en el LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP AyG = 1500 mg/L) y a partir del año 2014 cumplen con lo establecido en el LMP AyG = 350 mg/L). (Ver Figura 16)

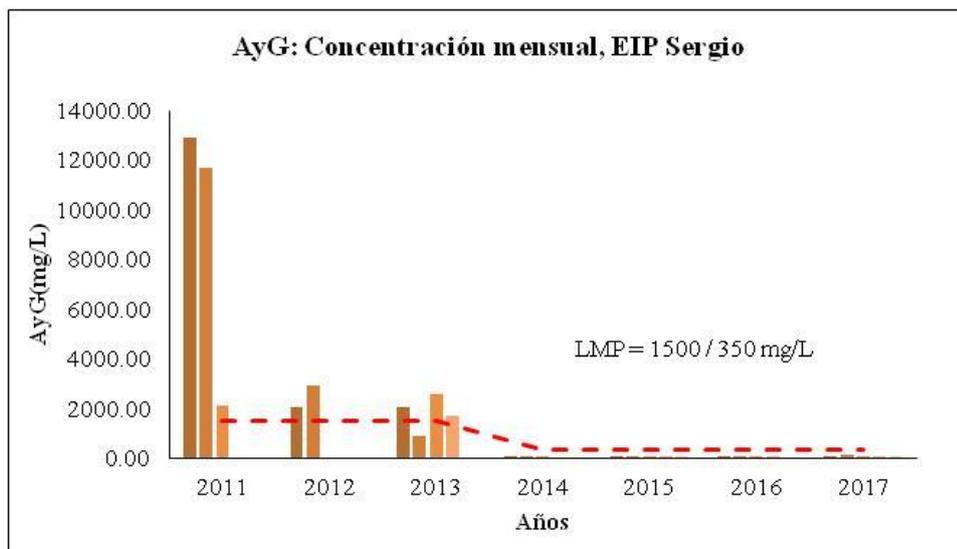


Figura 16. Concentración mensual de AyG en efluente (2011- 2017), EIP “Sergio”

**En el parámetro SST del “EIP Sergio”:** se observa durante el periodo 2011-2017, que para los años 2011 al 2013 no se cumple con lo señalado en el LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP SST= 2500 mg/L) y a partir del año 2014 cumplen con lo establecido en el LMP (LMP SST= 700 mg/L). (Ver Figura 17)

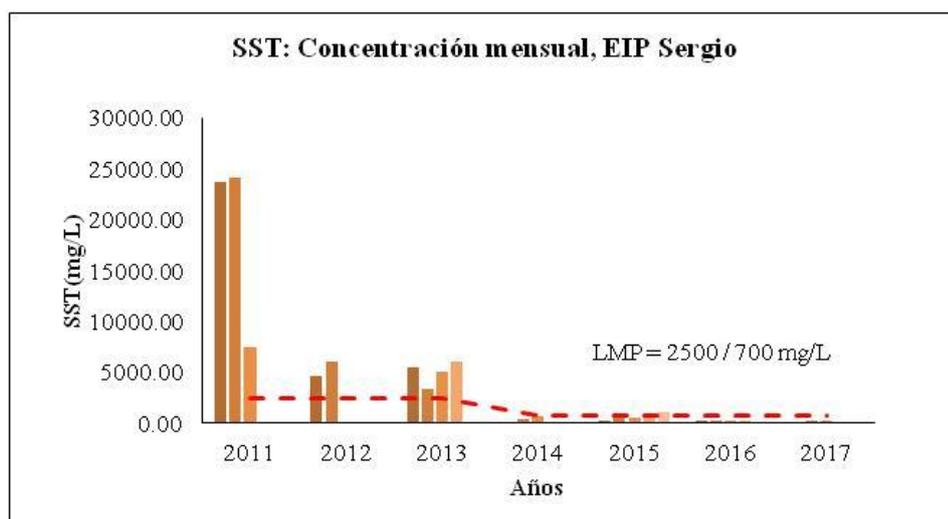


Figura 17. Concentración mensual de SST en efluente (2011- 2017), EIP “Sergio”



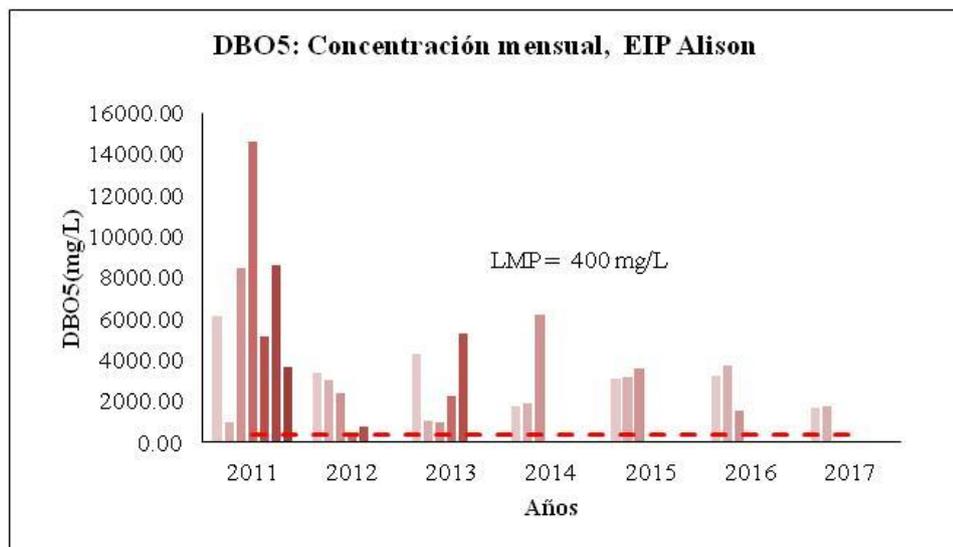


Figura 19. Concentración mensual de DBO<sub>5</sub> en efluente (2011- 2017), EIP “Alison”

**En el parámetro AyG del EIP “Alison”:** se evidencia durante el periodo 2011-2017, que para los años 2011 y 2012 no se cumple con lo fijado en el LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP AyG = 1500 mg/L) y a partir del año 2013 cumplen con los LMP (LMP AyG = 350 mg/L). (Ver Figura 20)

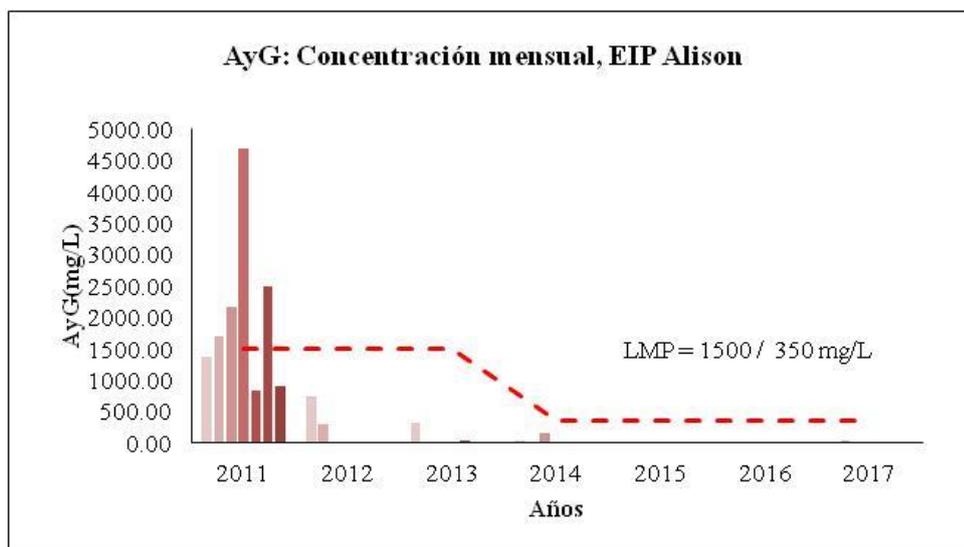


Figura 20. Concentración mensual de AyG en efluente (2011- 2017), EIP “Alison”

**En el parámetro SST del “EIP Alison”:** se observa que durante el periodo 2011-2017, que para los años 2011 al 2013 no se cumple con lo fijado en el LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP SST= 2500 mg/L) y a partir del año 2014 (excepto un informe de monitoreo) al 2017 cumple con lo fijado en el LMP (LMP SST= 700 mg/L). (Ver Figura 21)

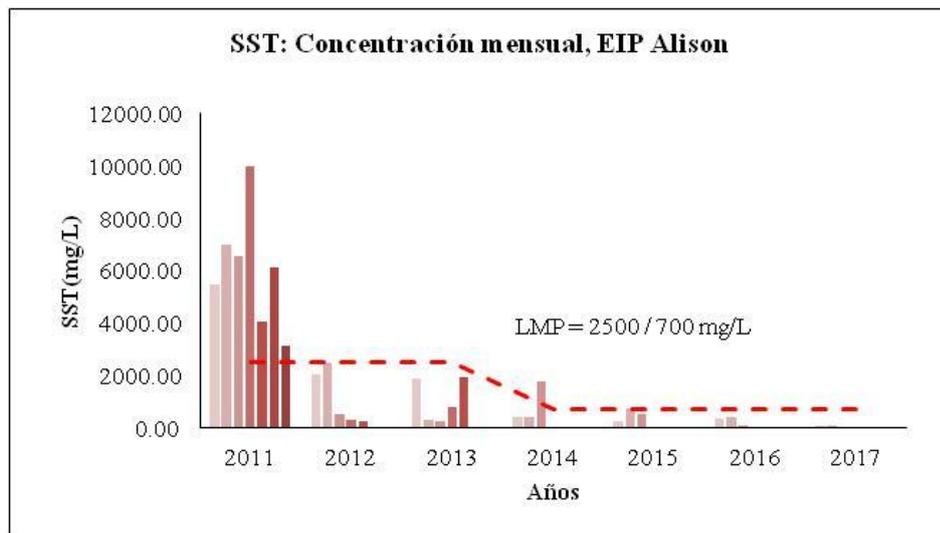


Figura 21. Concentración mensual de SST en efluente (2011- 2017), EIP “Alison”

### **5. EIP “Alberto”**

**En el parámetro pH del EIP “Alberto”:** se evidencia en todos los monitores, efectuados durante el periodo 2011-2017, se cumple con lo fijado en el LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP pH=5-9), a excepción de dos monitoreo en el año 2012 donde se observa que está por debajo del LMP. (Ver figura 22)

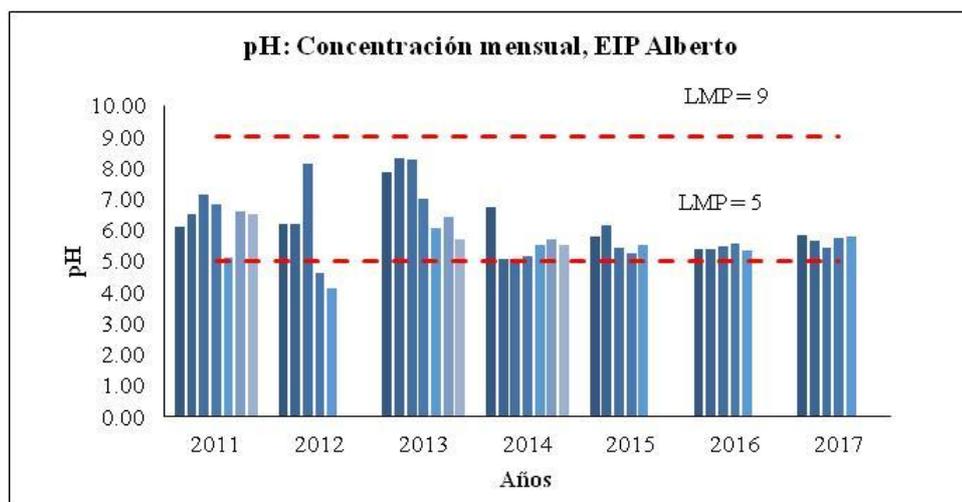


Figura 22. Concentración mensual de pH en efluente (2011- 2017), EIP “Alberto”

**Para el parámetro DBO<sub>5</sub> del EIP “Alberto”:** se observa que en ninguno de los monitoreos realizados durante el periodo 2011-2017, se cumple con los valores fijados el LMP referencial de Ecuador (LMP DBO=400 mg/L). (Ver Figura 23)

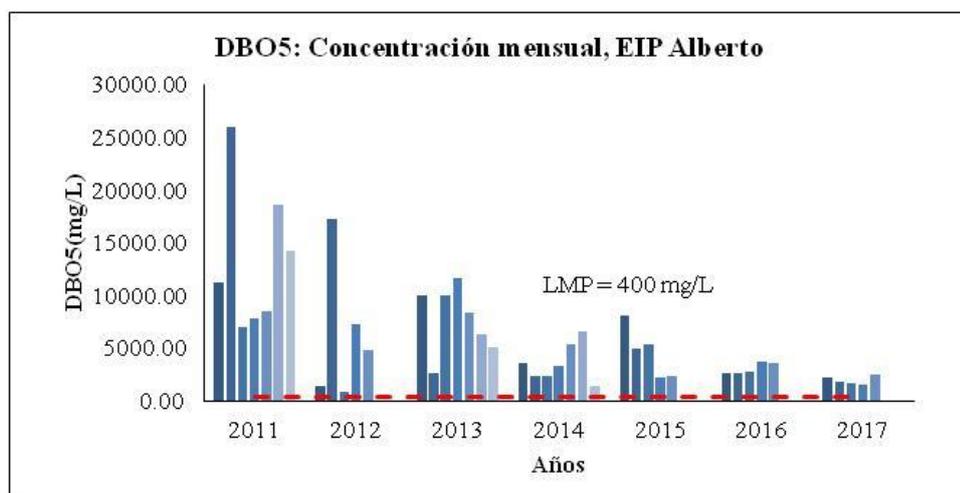


Figura 23. Concentración mensual de DBO<sub>5</sub> en efluente (2011- 2017), EIP “Alberto”

**En el parámetro AyG del EIP “Alberto”:** se evidencia durante el periodo 2011-2017, que para los años 2011 hasta la primera temporada de producción del año 2013

no se cumple con lo fijado en el LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP AyG = 1500 mg/L) y a partir de la segunda temporada de producción del año 2013 cumplen con lo establecido en el LMP a excepción de un informe de monitoreo en el 2015 que estuvo por encima de los valores de LMP establecidos (LMP AyG = 350 mg/L). (Ver Figura 24)

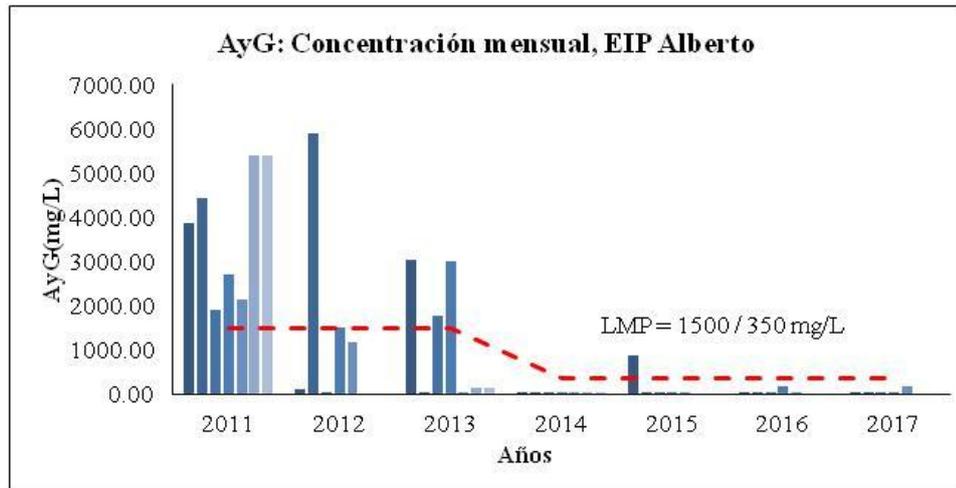


Figura 24. Concentración mensual de AyG en efluente (2011- 2017), EIP “Alberto”

**En el parámetro SST del “EIP Alberto”:** se evidencia durante el periodo 2011-2017, que para los años 2011 al 2013 no se cumple con lo fijado en el LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP SST= 2500 mg/L) y a partir del año 2014 al 2017 cumplen con lo establecido en el LMP (a excepción de dos informes de monitoreo del año 2015 que estuvieron por encima de los valores del LMP) (LMP SST= 700 mg/L). (Ver Figura 25)

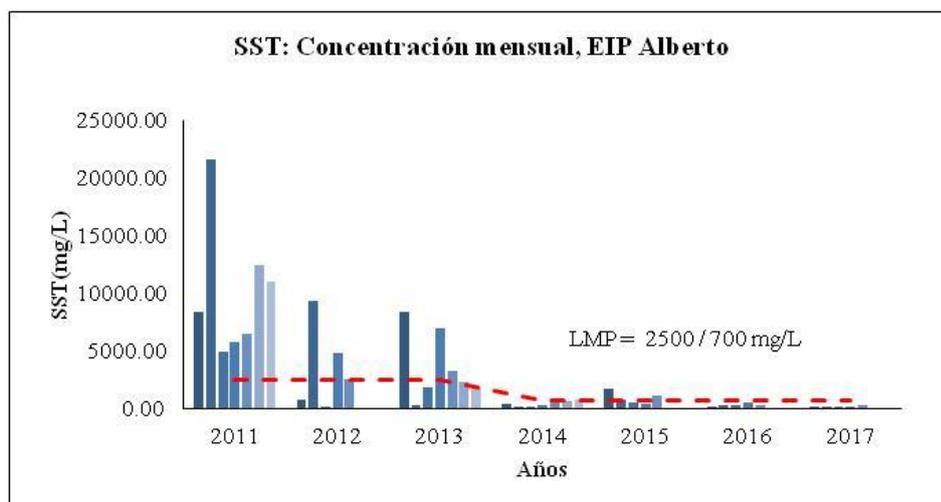


Figura 25. Concentración mensual de SST en efluente (2011- 2017), EIP “Alberto”

Finalmente, para determinar el cumplimiento de los LMP de efluentes de cada EIP (María, Miriam, Sergio, Alison y Alberto), se consideró los monitoreos a partir del año 2014, por lo que de la evaluación realizada a cada uno de los parámetros de pH, DBO<sub>5</sub>, AyG y SST de cada EIP, se obtuvo como resultado el porcentaje de cumplimiento de los LMP el mismo que fue comparado con los valores indicados en la columna II de la Tabla 1 del D.S. N° 010-2008-PRODUCE, los cuales se muestran en la tabla 6 que se detalla a continuación:

Tabla 6. Porcentaje de cumplimiento de los LMP por cada EIP según parámetros

EIP	pH	AyG	SST	DBO <sub>5</sub>
<b>María</b>	100.00	100.00	100.00	9.09
<b>Miriam</b>	93.75	68.75	68.75	6.25
<b>Sergio</b>	100.00	100.00	88.24	0.0
<b>Alison</b>	90.91	100.00	81.82	0.0
<b>Alberto</b>	100.00	95.45	86.36	0.0
<b>Promedio Total (%)</b>	<b>96.93</b>	<b>92.84</b>	<b>85.03</b>	<b>3.07</b>

## 4.2 DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA POR CADA EIP

Para determinar el grado de eficiencia del sistema de tratamiento de los efluentes residuales de cada EIP ubicada en la Bahía de Chancay, de acuerdo a la evaluación realizada a las concentraciones de cada uno de los parámetros, se procedió a efectuar el promedio de concentración de la DBO5 mg/L, AyG mg/L y SST mg/L antes de la implementación de la nueva tecnología (sistema tradicional), y luego se determinó el promedio de concentración de los mismos parámetros después de la implementación de la nueva tecnología y finalmente se determinó la eficiencia, la cual está dada en porcentaje.

$$\text{Eficiencia} = (1 - (Cf/Ci)) * 100\%$$

Cf: Promedio de las concentraciones después de la implementación de la tecnología.

Ci: Promedio de las concentraciones antes de la implementación de sistemas de tratamiento.

### **EIP “María”**

En la Tabla 7, se puede observar que la eficiencia para DBO5, AyG y SST fue 62.11%, 80.2% y 76.7% respectivamente. Se puede decir que el parámetro AyG tuvo mayor eficiencia de recuperación en este EIP.

Tabla 7: Promedio de eficiencia del EIP “María”

Promedio	DBO <sub>5</sub> mg/L	AyG mg/L	SST mg/L
Antes de la aplicación de la tecnología.	9890.05	2744.0	6997.7
Después de la aplicación de la tecnología.	3747.24	543.4	1629.7
<b>Eficiencia (%)</b>	<b>62.1</b>	<b>80.2</b>	<b>76.7</b>

Fuente: Elaboración Propia

### EIP “Miriam”

En la Tabla 8, se puede observar que la eficiencia para DBO<sub>5</sub>, AyG y SST fue 59.11%, 97.3% y 84.18% respectivamente. Se puede decir que el parámetro AyG tuvo mayor eficiencia de recuperación en este EIP.

Tabla 8. Promedio de eficiencia del EIP “Miriam”

Promedio	DBO <sub>5</sub> mg/L	AyG mg/L	SST mg/L
Antes de la aplicación de la tecnología.	7108.18	2043.07	4803.43
Después de la aplicación de la tecnología.	2906.61	55.22	759.89
<b>Eficiencia (%)</b>	<b>59.11</b>	<b>97.3</b>	<b>84.18</b>

Fuente: Elaboración Propia

### EIP “Sergio”

En la Tabla 9, se puede observar que la eficiencia para DBO<sub>5</sub>, AyG y SST fue 78.79%, 94.08% y 90.42% respectivamente. Se puede decir que el parámetro AyG tuvo mayor eficiencia en este EIP.

Tabla 9. Promedio de eficiencia del EIP “Sergio”

Promedio	DBO <sub>5</sub> mg/L	AyG mg/L	SST mg/L
Antes de la aplicación de la tecnología.	20158.27	6327.13	13193.4
Después de la aplicación de la tecnología.	4275.20	374.71	1263.34
<b>Eficiencia (%)</b>	<b>78.79</b>	<b>94.08</b>	<b>90.42</b>

Fuente: Elaboración Propia

### EIP “Alison”

En la Tabla 10, se puede observar que la eficiencia para DBO<sub>5</sub>, AyG y SST fue 40.63%, 96.43% y 83.49% respectivamente. Se puede decir que el parámetro AyG tuvo mayor eficiencia en este EIP.

Tabla 10. Promedio de eficiencia del EIP “Alison”

Promedio	DBO <sub>5</sub> mg/L	AyG mg/L	SST mg/L
Antes de la aplicación de la tecnología.	4789.78	1271.08	4007.74
Después de la aplicación de la tecnología.	2843.67	45.33	661.56
<b>Eficiencia (%)</b>	<b>40.63</b>	<b>96.43</b>	<b>83.49</b>

Fuente: Elaboración Propia

### EIP “Alberto”

En la Tabla 11 se puede observar que la eficiencia para DBO<sub>5</sub>, AyG y SST fue 58.12%, 88.49% y 84.41% respectivamente. Se puede decir que el parámetro AyG tuvo mayor eficiencia en este EIP.

Tabla 11. Promedio de eficiencia del EIP “Alberto”

Promedio	DBO <sub>5</sub> mg/L	AyG mg/L	SST mg/L
Antes de la aplicación de la tecnología.	10388.67	2873.58	7308.58
Después de la aplicación de la tecnología.	4350.76	330.77	1139.43
<b>Eficiencia (%)</b>	<b>58.12</b>	<b>88.49</b>	<b>84.41</b>

Fuente: Elaboración Propia

## V. DISCUSIONES DE RESULTADOS

- Dada la aprobación del Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, el cual establece los valores de los LMP para los efluentes residuales industriales de los Establecimientos Industriales Pesqueros, el mismo que otorga un plazo (no mayor a 4 años) desde la aprobación de su instrumento de gestión ambiental (Plan de Manejo Ambiental) para que las empresas industriales pesqueras implementen gradualmente equipos y sistemas de tratamiento complementarios con la finalidad de cumplir con los LMP, dicho plazo de cumplimiento se da a partir del año 2013-2014 en adelante, por lo que de la evaluación efectuada a dicho periodo, se puede evidenciar la variación de las concentraciones para cada uno de los parámetros analizados como son pH, AyG, SST y DBO<sub>5</sub>, de cada uno de los cinco (5) EIP evaluados.

Se precisa que para el parámetro de la DBO<sub>5</sub>, la indicada norma establece en la segunda disposición complementaria que en un periodo de dos (2) años, se deberá establecer el valor del LMP para la DBO<sub>5</sub> para aplicación de los efluentes pesqueros.

Debido a la carencia del valor LMP de DBO<sub>5</sub>, se realizó el respectivo análisis de comparación de las concentraciones obtenidas de la DBO<sub>5</sub>, con una norma referencial de Ecuador, obteniéndose para cada uno de los cinco (5) EIP evaluados los valores encontrados durante el periodo 2011 – 2017 en su gran mayoría superan el valor LMP referencial establecido (LMP = 400 mg/L).

- Cabe mencionar que para la presente investigación se tomo como referencia la Tesis de Quevedo H., “Efecto de la aplicación de nuevas tecnologías en el tratamiento de las aguas de bombeo, sobre la calidad de los efluentes de la

empresa pesquera Pelayo S.A.C de harina y aceite de pescado de Puerto Supe-2016. En la cual señala que para el parámetro “AyG” antes del tratamiento químico de los efluentes, estos se encontraban por encima de los LMP del D.S. N° 010-2008-PRODUCE, habiendo una mejora a partir del 2010, llegando como mínimo a 97 ppm (97 mg/L). Asimismo, para el caso de los SST antes del tratamiento químico de los efluentes, estos se encontraban por encima de los LMP del D.S. N° 010-2008-PRODUCE, habiendo mejora a partir del 2010, llegando como mínimo a 757 ppm (757 mg/L). En cuanto a la eficiencia del sistema de tratamiento implementado los resultados obtenidos para el caso de los SST antes del tratamiento químico de los efluentes, estos se encontraban por encima de los LMP del D.S. N° 010-2008-PRODUCE, el cual tuvo una eficiencia de 97 % respecto a AyG y de 91.7% en SST. Dichos resultados de la tesis de Quevedo se contrasta con los resultados obtenidos en la presente investigación.

**A continuación se describe los resultados obtenidos para la presente investigación:**

- **Para el parámetro de “pH”:** en los cinco (5) EIP evaluados, el valor de concentración obtenido se encuentra dentro del rango (5 - 9) de los LMP establecidos.
- **Para el parámetro AyG:** se evidencia que en cada uno de los cinco (5) EIP evaluados para el periodo 2011-2013, los LMP para AyG superaban los LMP (LMP = 1500 mg/L); sin embargo, a partir del año 2014 al 2017 se evidencia un cambio drástico en el cumplimiento de los LMP (LMP=350 mg/L) aunque

en algunos monitoreos entre los años 2014 – 2015 se puede evidenciar picos fuera del valor LMP establecido, esto se puede haber dado por diferentes motivos, porque la materia prima haya presentado mayor carga orgánica por descomposición, deficiencias en el sistema de tratamiento, y hay que tener en consideración que los sistemas implementados se encuentran en un proceso de adaptación y ajustes para un óptimo cumplimiento de los LMP.

- **Para el parámetro SST:** se evidencia en cada uno de los cinco (5) EIP evaluados que para el periodo comprendido del 2011 – 2013, los valores obtenidos en los reportes de monitoreos superaban los LMP establecidos (LMP = 2500 mg/L); sin embargo, a partir del 2014 al 2017 se evidencia un cambio drástico en el cumplimiento de los LMP (LMP = 700 mg/L) aunque en algunos monitoreos se puede evidenciar entre los años 2014 – 2015 algunos picos fuera del LMP establecido, esto se puede haber dado por fallas en el sistema de tratamiento, o porque la materia prima haya presentado mayor carga orgánica y hay que tener en consideración que los sistemas implementados se encuentran en aquel momento en un proceso de adaptación y ajustes para un óptimo cumplimiento de los LMP.

Cabe indicar que de los cinco (5) EIP evaluados, el EIP Miriam solo se cuenta con información de su monitoreo hasta el año 2013, se presume que la empresa ha dejado de operar por cuanto no ha realizado la respectiva implementación de sus equipos y sistemas de tratamiento para el cumplimiento de los LMP.

- Del análisis y evaluación efectuado a cada uno de los parámetros de AyG, SST y DBO<sub>5</sub> de los cinco (5) EIP se ha logrado determinar el grado de

eficiencia de la implementación de los equipos y sistemas de tratamiento complementarios físicos-químicos, teniendo como resultado en promedio general para los parámetros de AyG, SST y DBO<sub>5</sub> presenta un grado de eficiencia de 91.3 mg/L, 83.84 mg/L y 59.8 mg/L respectivamente. Se evidencia que la aplicación de los sistemas de tratamientos complementarios (como el sistema de dilución por aire disuelto – DAF, adición de floculantes y coagulantes) al sistema físico tradicional permiten una mayor eficiencia en la recuperación de aceites y grasas, lo cual dicho subproducto es utilizado para otros fines y se reduce la contaminación del medio marino, así como de los sólidos suspendidos totales y la reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno pero no se puede establecer un cumplimiento de dicho parámetro debido a que no se tiene establecido un valor límite.

- Otro punto resaltante que ha permitido el cumplimiento de los LMP de efluentes es la aprobación del Decreto Legislativo N° 1084, que aprueba la Ley sobre los Límites Máximos de Captura por Embarcación (LMCE), dicha norma permite que se pueda realizar el ordenamiento pesquero el cual se aplica a la extracción de los recursos de anchoveta, que están destinados al consumo humano indirecto. Por lo que asigna un Límite Máximo de Captura por Embarcación de anchoveta a las embarcaciones que cuenten con permiso de pesca vigente para que desarrollen las actividades extractivas del recurso. En ese sentido, antes de la aprobación de la norma, las empresas pesqueras capturaban la mayor cantidad de recursos de anchoveta y eran almacenados en las pozas para su posterior procesamiento, lo cual hacía que la materia prima se descomponga, generando malos olores, la acidificación del efluente,

por lo que el proceso de tratamiento de sus efluentes no eran óptimos, teniendo como resultado los valores obtenidos entre los años 2011-2013, que superaban los LMP para cada uno de los parámetros evaluados.

Con el establecimiento de los LMCE, las empresas pesqueras tienen una cuota de pesca ya que cada embarcación tiene un límite máximo de captura, lo cual permite que la materia prima llegue a su planta en un estado óptimo en cuanto a su calidad y frescura, para su procesamiento, por lo que los efluentes que se generan son tratados inmediatamente, presentando menor contenido de acidificación, asimismo permite la recuperación de los SST que son reingresados al proceso, la concentración de la DBO<sub>5</sub> en el efluente ha mermado, y los AyG son recuperados para otros fines, generando beneficios económicos al empresario.

- Con respecto a los monitoreos realizados por cada uno de los cinco (5) EIP, se debe indicar que dicha presentación corresponde a un compromiso que asume cada EIP en su respectivo instrumento de gestión ambiental como es el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), en la cual entre sus compromisos asumidos se encuentra la presentación de los reportes de monitoreo que se exige de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor aprobado mediante la Resolución Ministerial N° 003-2002-PE, en la cual especificaba que cada EIP deberá presentar en temporada de Pesca ocho (8) reportes de monitoreo de efluentes al año.

Lo que hemos podido observar en los reportes presentados por los cinco (5) EIP a las Autoridades Competentes (Ministerio de la Producción y Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental), los EIP no han

presentado los ocho (8) informes que deberían corresponder al año. Esto constituiría en una infracción; sin embargo, cabe indicar que las empresas presentan los informes o reportes según la producción que haya tenido. Se debe precisar también que durante el año el Ministerio de la Producción de acuerdo a las recomendaciones de la institución científica del IMARPE se establecen temporadas de pesca y veda, que son dos (2) al año y en un determinado periodo de tiempo.

- De otro lado, cabe señalar que por las nuevas competencias ambientales y sectoriales, dicho Protocolo de Monitoreo fue modificado y actualizado mediante la Resolución Ministerial N° 061-2016-PRODUCE, que aprueba el “Protocolo para el Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto”; dicho protocolo permite al Titular del EIP a presentar un monitoreo mensual con descarga de materia prima (en temporada de producción), es decir si la empresa tiene producción deberá monitorear sus efluentes tratados previo a su descarga al medio marino; es por ello que se evidencia en los cuatro (4) EIP a partir del año 2016 solo tienen entre uno o dos reportes de monitoreo presentados a la autoridad competente.

## VI. CONCLUSIONES

Realizada la evaluación durante el periodo 2011 – 2017, a cada uno de los cinco (5) EIP (María, Miriam, Sergio, Alison y Alberto) correspondiente a las concentraciones obtenidos de los monitoreos durante la temporada de producción de los parámetros pH, DBO<sub>5</sub>, AyG y SST, se evidencia en general que hay un comportamiento gradual de cambio en relación al cumplimiento de los LMP. Esto se debe a que las empresas eran conscientes de los impactos ambientales que ocasionaba el vertimiento de sus efluentes residuales sin un adecuado tratamiento al medio marino receptor, por cuanto ocurría varazones de especies hidrobiológicas, mortandad de otras especies, etc. Luego de la aprobación de la norma (D.S. N° 010-2008-PRODUCE) los EIP asumieron el compromiso de presentar el instrumento de gestión ambiental (Plan de Manejo Ambiental - PMA), que es un instrumento complementario a su EIA aprobado, con el fin de actualizar el sistema de tratamiento de sus efluentes en cuanto a equipos y sistemas de tratamientos complementarios (físicos – químicos) a los existentes, en un periodo de tiempo gradual desde su aprobación del PMA.

La implementación de dichos equipos para el tratamiento de sus efluentes residuales de proceso, permitió que los EIP cumplan de manera gradual en un periodo de cuatro (4) años desde la aprobación de la norma con los valores LMP establecido para cada uno de los parámetros, evidenciándose una mejora sustancial en la eficiencia, tanto de proceso como del tratamiento de los efluentes ya que tiene un mayor tiempo. Se precisa que desde la aprobación de la norma, los EIP tenían que cumplir con los valores de LMP

establecidos en la columna 2 de la Tabla 01 del D.S. N° 010-2008-PRODUCE hasta el año 2013. Posteriormente de manera gradual y a partir del año 2015 los EIP deberán cumplir con los LMP establecidos en la columna 3 de la Tabla 01 del D.S. N° 010-2008-PRODUCE.

En términos generales, se señala que para cada uno de los parámetros evaluados como es el “pH” en los cinco (5) EIP, el valor de concentración obtenido se encuentra dentro del rango (5 - 9) de los LMP establecidos. De otro lado, para el parámetro DBO<sub>5</sub>, se precisa que las concentraciones obtenidas se encuentran por encima del valor LMP referencial de la norma de Ecuador (400 mg/L). Y para los parámetros AyG (350 mg/L) y SST (700 mg/L), las concentraciones obtenidas evidencian un comportamiento con tendencia al cumplimiento de los LMP. Por lo tanto se tiene que:

- **De la evaluación realizada a las concentraciones de los parámetros de: “pH”, “AyG”, “SST” y “DBO<sub>5</sub>”:** se pudo estimar el cumplimiento de cada EIP, con respecto a los valores LMP establecidos en la normativa peruana, por lo que se obtuvo como resultado que: el EIP María presenta un 100% de cumplimiento de los LMP a los parámetros de pH, AyG y SST a excepción del parámetro DBO<sub>5</sub>, el EIP Miriam tiene un 93.75 % (pH), y un 68.75% (AyG y SST) de cumplimiento de los LMP, el EIP Sergio tiene un 100.00 % de cumplimiento de los LMP (pH y AyG) así como de un 88.24% (SST), el EIP Alison tiene un 90.91% (pH), 100% (AyG) y un 81.82% (SST) y el EIP Alberto tiene un 100.00 % (pH), 95.45 % (AyG) y 86.36 % (SST) de cumplimiento de los LMP. En términos generales se puede decir que el cumplimiento de los LMP para el parámetro “pH” es de 96.93 %, para el

parámetro de “AyG” es de 92.84% y para el parámetro “SST” es de 85.03%. Cabe indicar que ningún EIP evaluado para el parámetro DBO<sub>5</sub> cumple con el valor límite referencial de Ecuador.

- **Se logró identificar las medidas adoptadas por los EIP respecto a la implementación de los equipos y sistemas de tratamientos como son:** las Bombas Ecológicas, Filtro o tamices rotativo, Recuperador de aceites y grasas o trampa de grasa, Tratamiento complementario (bioquímico, biológico u otros), Sistema independiente para el vertimiento del agua de enfriamiento de la columna barométrica, Sistema de tratamiento de limpieza de equipos y del establecimiento industrial, lo cual dicha implementación permitió determinar el grado de eficiencia de la aplicación de nuevas tecnologías (procesos químicos) al sistema de tratamiento físico tradicional, lo cual evidencia una reducción en los niveles de concentración para los parámetros de DBO<sub>5</sub>, SST y AyG, cumpliendo con los valores de LMP, siendo la eficiencia para cada uno de los parámetros de 59.8% (DBO<sub>5</sub>), 83.84% (SST) y 91.3% (AyG). Cabe señalar que para el parámetro de pH los valores obtenidos se encuentran siempre dentro de los rangos establecidos en los LMP.

## VII. RECOMENDACIONES

- El Vice ministerio de Pesca y Acuicultura del Ministerio de la Producción, a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas, debe realizar una evaluación ambiental a nivel nacional de los efluentes residuales de cada uno de los EIP instalados en cada bahía, con el fin de evaluar el comportamiento de cada sistema de tratamiento implementado y analizar los resultados obtenidos en cuanto a la concentración de la DBO<sub>5</sub> de los efluentes generados en cada EIP, para determinar el respectivo valor de Límite Máximo Permisible para el parámetro de la DBO<sub>5</sub>.
- De la evaluación que realice el Ministerio de la Producción respecto al parámetro DBO<sub>5</sub>, esta deberá ser propuesta al Ministerio del Ambiente ya que es la autoridad ambiental en materia de aprobación de instrumentos de gestión ambiental como el establecer o fijar el valor Límite Máximo Permisible, así como los Estándares de Calidad Ambiental en cuerpos naturales.
- Previo a la determinación del valor LMP para la DBO<sub>5</sub>, los EIP deberán evaluar el mecanismo y medidas a adoptar a fin de acondicionar sus equipos y sistemas de tratamiento para lograr minimizar las concentraciones de la DBO<sub>5</sub>, la determinación de dicho valor dependerá de las condiciones propias de cada EIP.
- Para un óptimo funcionamiento de sus equipos y sistemas de tratamientos para los efluentes residuales, los EIP deberán realizar periódicamente una

evaluación y pruebas de afinamiento previo al inicio de cada temporada de pesca, debido a que el EIP opera durante el año en dos temporadas que dura aproximadamente entre dos (2) tres (3) o cuatro (4) meses dependiendo de la disponibilidad del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*), la cual es determinada y recomendada por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

- Los EIP deberán prever la realización de ejecutar los monitoreos de sus efluentes residuales en cada temporada de producción, ello debido a que de acuerdo al Protocolo deberán presentar sus monitoreos con descarga de materia prima, es decir si el EIP se encuentra en producción deberá realizar el respectivo monitoreo, ya que el no hacerlo incurriría en infracción ambiental, lo cual es sancionado por el OEFA.

## VIII. REFERENCIAS

- Álvarez, F. (2001). *La situación crítica de la pesquería industrial del Perú y alternativas de solución*. Lima, Perú. 63p.
- Ambrosio, M. (2017). *Procesamiento pesquero, disposición de residuos e impacto ambiental. Magister en Ingeniería Sanitaria y Ambiental” de Ingenieros en Caminos Canales y Puertos*. Universidad de Cantabria- España.
- Barrera, C. (1987). *Guía de Saneamiento Básico Industrial. Ira Edición*. México.
- Cabrera, C. (1999). *Compatibilidad ambiental de la industria de harina de pescado en Paracas- Pisco*. Instituto de Investigación Universidad Nacional Mayor San Marcos. Lima, Perú. Vol. 2 N° 03 enero- Junio 1999.
- Cabrera, C. (2001). *Contaminación e impacto ambiental en la Bahía de Chancay*. *Revista del Instituto de Investigación. Volumen 4, N° 8, junio- diciembre de 2001*. Chancay, Perú.
- Castro, P. (2004). *Recuperación de la materia orgánica del agua de cola y su aprovechamiento como fuente de nitrógeno en suelos agrícolas*. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 118p.
- CONAM (Consejo Nacional del Ambiental). 1998. *Prácticas recomendadas para mejorar la eficiencia de los procesos en la industria de Harina de Pescado*. Lima, Perú. 93p.
- Del Valle, J. y Aguilera, J. (1990). Recovery of liquid By-Products from fish meal factories: A Review. *Process Biochemistry International*: Aug. 1990, 122-131.

- Echarri, L. 2007. *Población, ecología y ambiente*. Universidad de Navarra, España. 26 p.
- Elías, X. (2012). *Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora*. Segunda edición. Madrid, España. 175 p.
- Falcon y Yalico. (2015). *Impacto ambiental de los efluentes de la industria pesquera en las aguas de mar de la bahía de Chancay*. Tesis para optar el grado de ingeniero Químico. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.
- Farro, H. (1996). *Industria Pesquera*. edit. Industrial Grafica. Lima, Perú. 297 p.
- García, S.; Pacheco A.; Valdez, H.; Márquez, R.; Lugo, S.; Ezquerro, B. (2009). *Impacto del agua de cola de la industria pesquera*. CyTA- Journal of food. Volumen 7, N°. 1, Mayo 2009. Lima, Perú. 67–77.
- Gil, M. (2006). *Depuración de aguas residuales: modernización de procesos de lodos activos*. Consejo superior de investigadores científicas. Madrid, España. 340 p.
- Guerra, B. (2014). *Evaluación de la eficiencia en la recuperación de grasa y sólidos suspendidos del agua de bombeo, en la producción de harina y aceite de pescado en tres periodos de producción*. Título para optar el grado de Biólogo. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Lima.
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). (2007). Estudio: Mapa de estudio de la Ciudad de Chancay- INDECI-PNUD PER/02/51 00014426- Ciudades sostenibles Chancay. Chancay, Perú.

- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2017). Sistema de información estadística del PBI de las Actividades Económicas por año de Pesca y Acuicultura 2007-2017. Lima, Perú.
- Jacinto, María. (2014). *Propuesta de un sistema de indicadores ambientales y socio económicos en la zona marino costera de Pisco – Paracas*. Tesis para optar el título de Maestro en ciencias con mención en Gestión ambiental. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Jiménez, M. (2002). *Aplicación de un sistema de gestión ambiental en una planta harinera de pescado en la bahía de Paita*. Tesis para optar el título de Magíster en Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú. 142 p.
- Landeo, G.; Ruiz, A. (1996). *Producción de harina de pescado. Libro relacionado a la industria de harina de pescado*. Lima, Perú. 153p.
- Lezama, T. y Rosillo, V. (2001). *Propuesta de un plan estratégico de gestión ambiental en una empresa pesquera de harina y aceite de pescado*. Trabajo de Investigación para optar el Título de Ing. Pesquero, UNALM, Lima, Perú. 118p.
- Macdonald, D.; Little, M.; Clare, E.; HISCOCK, E. (1996). *Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems*. Volumen 6. 257-268 p.
- Oneprocso. (2011). *Proceso de Harina de Pescado*. Consultado el 25 de mayo del 2015. Disponible en <http://oneprocso.webcindario.com/indexpro2.html>.
- Paredes, J. (2014). *Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado*. Facultad de Ingeniería Industrial de Universidad Nacional Mayor San Marcos. Revista 17(2) 72-80. Lima, Perú.

- PESCA PERÚ. (1994). *Informe de análisis de los efluentes. Composición de sanguaza y agua de bombeo*. Departamento de aseguramiento de la calidad. Pesca Perú. U.O 3411.Informe, Lima, Perú.50p
- PESCA PERÚ. (1995). *Informe de análisis de los efluentes. Composición de sanguaza y agua de bombeo*. Departamento de Aseguramiento de la Calidad Pesca Peru.U.O.3103.Informe, Lima, Perú.50p.
- Pizardi, C. (1992). *Producción de Harinas Especiales. Seminario: Tecnología Moderna en la Elaboración de Harina de Pescado*. Colegio de Ingenieros del Perú. Lima, Perú.
- Pizarro, R., Reátegui S., Rivera D., Delmás I., Mori L. (2001). *Tratamiento de efluentes líquidos en la industria de harina de pescado*. Revista Peruana de química e Ingeniería Química de Universidad Nacional Mayor San Marcos. Vol. 4, Núm. 1 2001. Lima, Perú.
- Primo, E. (2007). *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria*. Volumen 2. 930 p. Lima, Perú.
- PRODUCE (Ministerio de la Producción). (2002). *Resolución ministerial N°003-2002. Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Hídrico Receptor para los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto* Lima, Perú. 39p.
- PRODUCE (Ministerio de la Producción). (2008). *Decreto Supremo N° 010-2008. Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias*. Lima, Perú. 3p.
- PRODUCE (Ministerio de la Producción). (2009). *Decreto Supremo N° 010-2008. Guía para la actualización del plan de manejo ambiental para que los*

*titulares de los establecimientos industriales pesqueros alcancen el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LPM).* Disponible en [http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2009/abril/25/RM-181-2009-PRODUCE\\_Guia.pdf](http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2009/abril/25/RM-181-2009-PRODUCE_Guia.pdf). Revisado el 20 de Marzo de 2018.

PRODUCE (Ministerio de la Producción). (2016). *Resolución Ministerial N°061-2016. Protocolo para el Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto*. Lima, Perú.

Quevedo H. (2016). *Efecto de la aplicación de nuevas tecnologías en el tratamiento de las aguas de bombeo, sobre la calidad de los efluentes de la empresa pesquera Pelayo S.A.C de harina y aceite de pescado de Puerto Supe*. Universidad nacional de Trujillo, maestría en ciencias, gestión ambiental. Trujillo, Perú.

Riaño, N. (2007). *Fundamentos de química analítica básica, Análisis cuantitativo*. Editorial Universidad de Caldas. Colombia. 243 p.

Rodríguez, M. (2002). *Recuperación de proteínas del agua de cola empleando polímeros naturales*. Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 85p.

Tecnológica de alimentos S.A (TASA). (2009). *Estudio de impacto ambiental de la sede de Chancay*. Chancay, Perú.

Tornes, E y George, P. (1970). *“Algunos aspectos de la producción de harina y aceite de pescado”*. Informe Técnico N°3. Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero. MACPNUD-FAO. Caracas.32 p.

- Sánchez, O.; Herzig, M.; Peters, E.; Marquez, R.; Zambrano, L. 2007. *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. 286p.
- Sánchez, A. (2011). *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*. Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAT. México. 330 p.
- Tornes, E y George, P. (1972). “*La recuperación de aceite y agua de cola en la elaboración de harina de pescado*”. Informe Técnico N°41. Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero. MAC-PNUD-FAO. Caracas.30 p.

## **IX. ANEXOS**

1. Plano de ubicación U-01.
2. Oficio de solicitud de acceso a la información pública.
3. Resumen de Reportes de Monitoreos.
4. Vistas Fotográficas de los Sistemas de Tratamiento implementados para los efluentes residuales de los EIP de Harina y Aceite de Pescado.
5. Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, Límites Máximos Permisibles para la Industria de Harina y Aceite de Pescado.
6. Protocolos de Monitoreo.
  - i. Resolución Ministerial N° 003-2002-PE.
  - ii. Resolución Ministerial N° 061-2016-PRODUCE.
7. Resolución Ministerial N° 181-2009-PRODUCE, Guía para la actualización del Plan de Manejo Ambiental para los titulares de los establecimientos industriales pesqueros alcancen el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles.

## **1. PLANO DE UBICACIÓN U-01**

## **2. OFICIO DE SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA**

### **3. RESUMEN DE REPORTES DE MONITOREOS**

**2011-2017**

### 1. Monitoreos del EIP “María”

EIP "MARIA"				
Fecha	Parámetros			
	pH	DBO	AyG	SST
6/01/2011	6.96	4423.33	193.33	3988.33
12/04/2011	6.41	10831.00	3104.00	7053.67
14/05/2011	7.34	12060.00	4949.33	7455.00
27/11/2011	6.11	20196.00	6232.00	14500.00
15/12/2011	6.59	9660.00	1649.33	7983.33
19/05/2012	6.77	3197.33	307.33	1420.00
16/06/2012	7.78	8862.67	2772.33	6583.33
8/01/2013	7.47	12100.33	3033.33	7851.00
20/05/2013	8.08	12755.66	1450.00	3836.67
10/06/2013	7.37	11494.67	1301.67	4306.67
17/06/2013	5.40	3034.33	871.33	1150.00
23/06/2013	8.20	10205.33	1809.33	4376.67
7/12/2013	6.45	572.00	638.00	4200.00
17/05/2014	5.83	1139.00	2.67	78.00
8/06/2014	6.05	2438.00	77.00	258.00
8/07/2014	5.64	1070.00	21.00	409.00
15/05/2015	6.24	2641.67	1.00	174.67
25/11/2015	5.57	491.33	1.00	226.33
28/06/2016	5.27	1119.60	1.73	128.00
13/07/2016	5.78	1555.00	6.63	195.67
27/11/2016	5.80	769.00	1.57	59.33
27/04/2017	5.85	162.77	17.60	121.33
20/05/2017	5.30	1577.50	2.20	234.67
12/06/2017	5.39	576.83	2.53	99.33

## 2. Monitoreos del EIP “Miriam”

EIP "MIRIAM"				
Fecha	Parámetros			
	pH	DBO	AyG	SST
6/01/2011	6.75	11153.33	4350.67	10204.33
12/04/2011	6.32	18850.00	5513.33	10516.67
13/05/2011	6.67	8677.67	2674.67	5975.00
23/06/2011	6.77	17039.00	5172.00	11533.33
15/12/2011	6.75	9831.50	2450.00	7300.00
21/05/2012	7.96	659.33	8.67	264.67
13/06/2012	6.77	471.00	14.33	321.33
25/07/2012	4.80	1371.33	11.00	509.33
1/12/2012	7.28	156.33	4.00	69.67
19/12/2012	5.13	2872.33	232.00	1340.00
8/01/2013	7.41	4508.33	254.67	1498.33
10/06/2013	7.65	1969.33	3.00	686.00
17/06/2013	7.47	1410.00	1.33	406.67
23/06/2013	8.01	2300.33	2.33	770.00
13/11/2013	5.30	4143.33	4.33	845.00
8/12/2013	5.67	3108.33	65.67	353.33

### 3. Monitoreos del EIP “Sergio”

EIP "SERGIO"				
Fecha	Parámetros			
	pH	DBO	AyG	SST
12/04/2011	6.98	41033.33	12892.67	23733.33
27/11/2011	5.97	35496.00	11674.33	24133.33
15/12/2011	7.69	8279.33	2128.00	7400.00
19/05/2012	6.68	6609.67	2034.67	4623.67
13/06/2012	7.33	9373.00	2906.00	6076.67
6/01/2013	6.03	7648.00	2046.67	5539.00
27/05/2013	7.54	7750.00	869.00	3333.33
15/06/2013	8.41	11258.00	2567.00	5021.50
7/12/2013	6.49	8962.50	1725.00	6090.00
12/05/2014	5.58	3017.67	3.33	35.67
24/06/2014	5.33	3723.00	23.00	361.00
7/07/2014	5.45	4824.00	69.50	683.00
19/04/2015	5.36	4242.67	77.00	258.67
15/05/2015	5.49	6206.67	54.67	618.67
7/06/2015	5.17	3207.67	6.00	599.00
25/11/2015	5.24	3738.33	3.00	776.67
8/12/2015	5.21	3154.00	11.00	1165.00
24/06/2016	5.73	2497.33	31.00	238.67
30/06/2016	5.86	4371.00	18.33	323.33
27/11/2016	5.04	2013.00	23.67	267.67
1/12/2016	5.81	2615.33	44.00	313.33
4/01/2017	5.55	1887.67	27.00	136.67
22/04/2017	5.53	2677.00	148.67	229.00
9/05/2017	5.54	2373.33	51.00	204.67
11/06/2017	5.74	1587.33	42.67	173.33
18/07/2017	5.67	2024.67	27.33	162.00

#### 4. Monitoreos del EIP “Alison”

EIP "ALISON"				
Fecha	Parámetros			
	pH	DBO	AyG	SST
6/01/2011	6.47	6106.67	1379.33	5486.67
12/04/2011	6.18	988.00	1694.67	6986.67
13/05/2011	6.24	8446.33	2172.00	6541.67
23/06/2011	6.82	14596.67	4688.00	10000.00
17/07/2011	8.65	5125.00	846.00	4091.50
27/11/2011	6.44	8587.33	2497.33	6122.33
15/12/2011	6.95	3679.33	902.67	3154.33
21/05/2012	6.38	3378.33	748.00	2079.00
16/06/2012	6.55	3048.00	310.67	2513.33
23/07/2012	9.07	2355.67	5.00	544.67
1/12/2012	4.47	422.33	7.67	328.00
11/12/2012	6.70	743.67	1.67	244.67
6/01/2013	7.88	4284.67	314.67	1906.67
10/06/2013	8.46	1068.67	2.33	339.00
17/06/2013	5.05	995.67	2.00	283.00
23/06/2013	8.24	2276.67	9.00	828.33
13/11/2013	5.90	5260.00	37.00	1949.33
27/04/2014	3.26	1744.33	46.33	412.67
12/05/2014	5.11	1923.67	2.33	406.00
17/05/2014	5.36	6180.67	159.00	1783.33
15/05/2015	5.02	3077.00	10.33	291.33
6/06/2015	5.05	3150.00	11.00	764.00
5/07/2015	5.10	3616.00	17.33	533.67
27/06/2016	5.76	3251.33	23.33	363.00
30/06/2016	5.63	3740.00	19.33	450.33
24/11/2016	5.65	1519.33	18.67	109.33
4/01/2017	5.69	1651.33	18.33	86.67
23/05/2017	5.88	1759.33	34.33	78.33

## 5. Monitoreos del EIP “Alberto”

<b>EIP "ALBERTO"</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Parámetros</b>			
	<b>pH</b>	<b>DBO</b>	<b>AyG</b>	<b>SST</b>
6/01/2011	6.09	11270.00	3871.00	8333.00
12/04/2011	6.52	25906.67	4424.00	21600.00
13/05/2011	7.14	6988.00	1904.00	4931.67
25/06/2011	6.82	7803.33	2702.00	5738.67
17/07/2011	5.10	8445.00	2134.67	6383.33
27/11/2011	6.62	18639.00	5388.00	12400.00
16/12/2011	6.51	14264.33	5408.00	10966.67
19/05/2012	6.19	1331.67	93.67	725.00
14/06/2012	6.20	17222.33	5882.67	9246.67
21/07/2012	8.13	788.00	5.67	163.00
1/12/2012	4.62	7245.33	1507.33	4731.67
12/12/2012	4.12	4760.33	1162.00	2483.33
8/01/2013	7.87	9971.00	3021.33	8316.67
22/05/2013	8.33	2656.67	1.00	193.33
11/06/2013	8.28	9961.33	1763.33	1795.00
18/06/2013	7.00	11550.00	2990.00	6875.00
23/06/2013	6.06	8314.00	38.33	3260.00
13/11/2013	6.42	6240.00	144.00	2220.00
7/12/2013	5.72	5100.00	137.33	1636.67
6/01/2014	6.75	3608.33	23.00	382.67
26/04/2014	5.07	2388.67	2.00	64.67
12/05/2014	5.06	2388.67	2.00	64.67
17/05/2014	5.15	3235.67	11.33	285.33
8/06/2014	5.52	5340.00	9.33	495.67
24/06/2014	5.70	6613.33	16.00	606.67
7/07/2014	5.50	1326.00	36.00	718.50
18/04/2015	5.81	8083.33	876.33	1716.67
15/05/2015	6.15	4900.00	14.00	763.33
6/06/2015	5.42	5332.33	9.67	482.67
26/11/2015	5.25	2151.50	7.00	347.00
7/12/2015	5.53	2265.33	4.00	1085.33
10/01/2016	5.39	2656.00	4.00	97.33
21/02/2016	5.39	2656.00	4.00	184.33
24/06/2016	5.48	2677.67	21.33	266.67
8/07/2016	5.56	3734.67	164.00	473.33
17/11/2016	5.35	3611.00	28.00	181.00
4/11/2017	5.84	2188.33	39.33	136.00
22/04/2017	5.64	1716.67	18.00	79.00

<b>EIP "ALBERTO"</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Parámetros</b>			
	<b>pH</b>	<b>DBO</b>	<b>AyG</b>	<b>SST</b>
10/05/2017	5.41	1629.67	16.00	34.33
12/06/2017	5.76	1469.67	20.00	51.00
20/07/2017	5.79	2406.33	171.67	230.67

**4. VISTAS FOTOGRÁFICAS DE LOS  
SISTEMAS DE TRATAMIENTO  
IMPLEMENTADOS PARA LOS EFLUENTES  
RESIDUALES DE LOS EIP DE HARINA Y  
ACEITE DE PESCADO.**

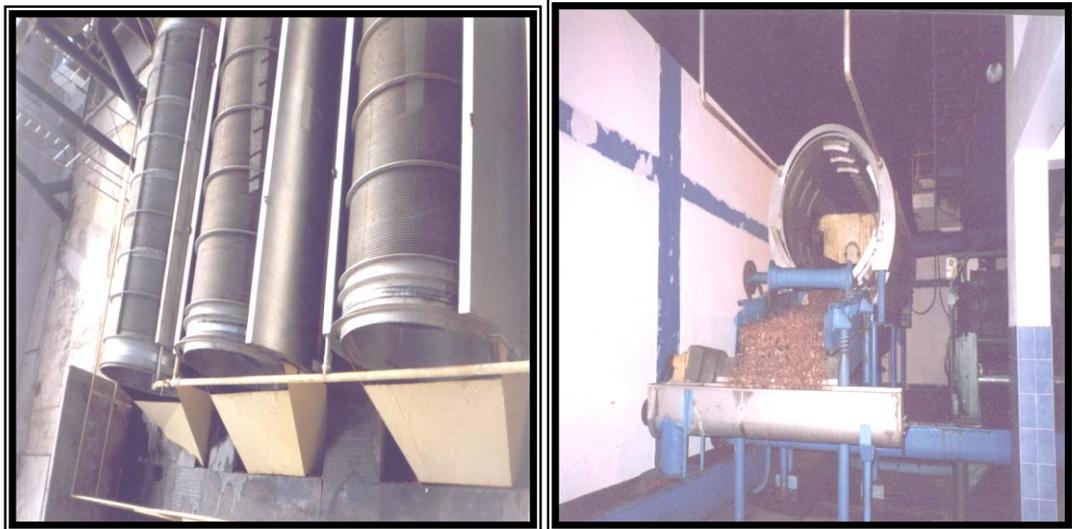
**Foto 1: Bombas al vacío (1/1) empleada para el trasvase de la materia prima**



**Foto 2 y 3: Muelle y Chata donde se ubica el sistema de trasvase de la materia prima**



**Fotos 4 y 5: Tamiz rotativo empleado en la primera fase del sistema de tratamiento del agua de bombeo, que permite recuperar los residuos sólidos mayores a 1 mm.**



**Foto 6: Trampa de grasa previa al tanque de flotación, que permite convertir el flujo turbulento en laminar, a fin de incrementar el tiempo de residencia y la eficiencia del tanque de flotación.**



**Fotos 7 y 8: Tanques de flotación con inyección de micro burbujas a través de inyectores y/o tubos de dilución, empleado en la segunda fase del sistema de tratamiento del agua de bombeo, para recuperar aceites y grasas.**



**Foto 9: Planta evaporadora de agua de cola de película descendente.**



**Foto 10: Secadores Indirectos cuyos gases del secado se utilizan como agente calefactor en la planta evaporadora de agua de cola de película descendente.**



**Foto 11: Planta de tratamiento biológico, para tratar efluentes domésticos y de inodoros.**



**5. DECRETO SUPREMO N° 010-2008-  
PRODUCE**

## **6. PROTOCOLOS DE MONITOREO DE EFLUENTES**

**7. RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 181-2009-  
PRODUCE**