

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**



**“ANÁLISIS DEL GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS  
EFLUENTES EN LOS EIP EN LA BAHÍA DE CHIMBOTE (2012-2016)”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR DEL TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO**

**JUDITH CRISTINA CABRAL CERRA**

**LIMA – PERU**

**2020**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**

**“ANÁLISIS DEL GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LA  
CALIDAD DE LOS EFLUENTES EN LOS EIP EN LA BAHÍA DE  
CHIMBOTE (2012-2016)”**

**Presentado por:**

**JUDITH CRISTINA CABRAL CERRA**

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:**

**INGENIERO PESQUERO**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dr. Luis Alfredo Icochea Salas  
**PRESIDENTE**

M. Sc. Arcadio Henry Orrego Albañil  
**ASESOR**

Dr. Julio Gregorio Gonzales Fernández  
**MIEMBRO**

M.Sc. Luis Lorenzo Carrillo La Rosa  
**MIEMBRO**

**Lima, 2020**

# ÍNDICE GENERAL

I.	PRESENTACIÓN .....	1
I.1.	Descripción de las funciones desempeñadas y su vinculación con los campos temáticos de la carrera profesional.....	1
I.2.	Describir los aspectos propios de la puesta en práctica de lo aprendido durante los 5 años de estudio. ....	2
II.	INTRODUCCIÓN.....	4
III.	OBJETIVOS.....	6
3.1	Objetivo General .....	6
3.2	Objetivos Específicos .....	6
IV.	CUERPO DEL TRABAJO .....	7
4.1.	ANTECEDENTES.....	7
4.1.1.	La industria de harina de pescado en el Perú y su historia .....	7
4.1.1.1.	Definición del producto.....	7
4.1.1.2.	Historia de la industria de la harina de pescado en el Perú .....	8
4.1.2.	Impactos ambientales en la Bahía de Chimbote en el cuerpo marino receptor .....	9
4.1.3.	Proceso de la Harina de Pescado .....	10
4.1.3.1	Recepción de la materia prima .....	10
4.1.3.2	Cocinado.....	10
4.1.3.3	Desaguado .....	11
4.1.3.4	Prensado .....	11
4.1.3.5	Centrifugado.....	11
4.1.3.6	Secado .....	11
4.1.3.7	Molienda.....	12
4.1.3.8	Pesado y envasado.....	12
4.1.4.	Efluentes del Proceso de las empresas de Harina y aceite de Pescado.....	12
4.1.4.1.	Definición efluentes .....	12

4.1.4.2.	Tipos de efluentes del Proceso .....	13
a.	Agua de bombeo.....	13
b.	Sanguaza.....	14
c.	Agua de cola.....	14
4.1.4.3.	Parámetros de caracterización de los efluentes provenientes de la Producción de Harina y aceite de pescado .....	15
a.	Oxígeno Disuelto.....	15
b.	Acidez y alcalinidad (pH).....	15
c.	Solidos Suspendidos Totales (SST) .....	15
d.	Aceites y grasas (AyG).....	16
e.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) .....	16
4.1.5.	Tratamiento de efluentes de proceso de las Plantas de Harina y aceite de Pescado.....	17
4.1.6	Límite Máximo Permissible (LMP).....	18
4.1.6.	Normativa en el sector Pesquero .....	19
▪	Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, que aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias.....	19
▪	Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor (R.M. N° 003-2002-PE) .....	22
▪	Protocolo para Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto (R. M. N° 061-2016) .....	22
▪	Resolución Directoral N° 177-2011-ANA-DGCRH .....	24
▪	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de en cuerpo naturales de agua superficial (R.J. 182 - 2011-ANA).....	24
▪	Resolución Suprema N° 004-2012-MINAM, que Aprueban el Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol, elaborado por la Comisión Técnica Multisectorial de Alto Nivel, constituida mediante D.S. N° 005-2002-PE .....	25
4.2	LUGAR DE EJECUCIÓN Y METODOLOGÍA .....	26
4.2.1.	Lugar de ejecución .....	26
4.2.2.	Metodología.....	28
4.3.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	30
4.3.1	Caracterización de los parámetros de los efluentes de los EIP.....	30

4.3.2	Cumplimiento de la normativa ambiental peruana sobre los Límites Máximos Permisibles de los parámetros físicos – químicos en los efluentes por EIP .....	31
4.3.3	Cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana sobre los Límites Máximos Permisibles del parámetro DBO <sub>5</sub> de los monitoreos de efluentes por EIP .....	43
4.3.4	Cumplimiento de la normativa ambiental de los LMP de los promedios anuales de las EIP .....	46
4.3.5	Porcentaje de Cumplimiento de la normativa ambiental LMP de los reportes de monitoreo de las empresas estudiadas .....	49
4.3.5.1	Porcentaje de Cumplimiento de la normativa nacional ambiental LMP de los reportes de monitoreo de las empresas estudiadas.....	49
4.3.5.2	Porcentaje de Cumplimiento de la normativa ecuatoriana ambiental LMP de los reportes de monitoreo de las empresas estudiadas.....	50
V.	CONCLUSIONES.....	51
VI.	RECOMENDACIONES .....	52
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
VIII.	ANEXO .....	57
	Anexo 1. Datos de los parámetros monitoreados de la EIP “Cebra” .....	57
	Anexo 2. Datos de los parámetros monitoreados de la EIP “Cóndor” .....	58
	Anexo 3. Datos de los parámetros monitoreados de la EIP “Tigre” .....	59
	Anexo 4. Datos de los parámetros monitoreados de la EIP “Conejo” .....	60
	Anexo 5. Fechas de temporadas de producción en la región norte y centro 2012-2016 .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características físico químicas del agua de bombeo .....	13
<b>Tabla 2.</b> Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado.....	20
<b>Tabla 3.</b> Normas referenciales internacionales para la descarga de aguas residuales – parámetro DBO <sub>5</sub> .....	21
<b>Tabla 4.</b> Frecuencia de monitoreo de parámetros de efluentes de la industria pesquera de consumo humano indirecto .....	23
<b>Tabla 5.</b> Establecimientos industriales pesqueros estudiados en el presente trabajo .....	28
<b>Tabla 6.</b> Reportes de monitoreo de las EIP en temporada de producción durante el periodo 2012 – 2016.....	30
<b>Tabla 7.</b> Porcentaje de cumplimiento de la normativa ambiental “LMP” vigente .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de Ubicación de las empresas estudiadas en la Bahía de Chimbote y los puntos de monitoreo .....	27
<b>Figura 2.</b> Valores de los monitoreos del pH para el EIP “Cebra” (2012-2016) .....	31
<b>Figura 3.</b> Valores de los monitoreos del AyG para el EIP “Cebra” (2012-2016) .....	32
<b>Figura 4.</b> Valores de los monitoreos del SST para el EIP “Cebra” (2012-2016) .....	33
<b>Figura 5.</b> Valores de los monitoreos del pH para el EIP “Cóndor” (2012-2016).....	34
<b>Figura 6.</b> Valores de los monitoreos del Ay G para el EIP “Cóndor” (2012-2016).....	35
<b>Figura 7.</b> Valores de los monitoreos del SST para el EIP “Cóndor” (2012-2016).....	36
<b>Figura 8.</b> Valores de los monitoreos del pH para el EIP “Tigre” (2012-2016).....	37
<b>Figura 9.</b> Valores de los monitoreos de los A y G para el EIP “Tigre” (2012-2016).....	38
<b>Figura 10.</b> Valores de los monitoreos de los SST para el EIP “Tigre” (2012-2016).....	39
<b>Figura 11.</b> Valores de los monitoreos del pH para el EIP “Conejo” (2012-2016) .....	40
<b>Figura 12.</b> Valores de los monitoreos de los AyG para el EIP “Conejo” (2012-2016).....	41
<b>Figura 13.</b> Valores de los monitoreos de los SST para el EIP “Conejo” (2012-2016).....	42
<b>Figura 14.</b> Valores de los monitoreos del DBO 5 para el EIP “Cebra” (2012-2016).....	43
<b>Figura 15.</b> Valores de los monitoreos del DBO 5 para el EIP “Cóndor” (2012-2016) .....	44
<b>Figura 16.</b> Valores de los monitoreos del DBO 5 para el EIP “Tigre” (2012-2016).....	45
<b>Figura 17.</b> Valores de los monitoreos del DBO 5 para el EIP “Conejo” (2012-2016).....	46
<b>Figura 18.</b> Concentración Promedio Anual de pH, DBO5, AyG y SST en el periodo 2012 - 2016, de los EIP de la Bahía del Ferrol .....	48

## I. PRESENTACIÓN

### I.1. Descripción de las funciones desempeñadas y su vinculación con los campos temáticos de la carrera profesional.

El presente trabajo describe el desarrollo de las competencias adquiridas en el ejercicio de la profesión, las cuales fueron obtenidas en distintas Direcciones Generales del Despacho Viceministerial de Pesca y Acuicultura (DVPA) del Ministerio de la Producción (PRODUCE): durante los años 2015 – 2017 en la ex Dirección de Información Ambiental (DIA) de la Dirección General de Sostenibilidad Pesquera (DGSP), actualmente Dirección de Gestión Ambiental de la Dirección de Asuntos Ambientales Pesqueras y Acuícolas y; desde el año 2017 a la actualidad en la Dirección General de Acuicultura en la Dirección de Promoción y Desarrollo Acuícola.

Esta Dirección General está encargada de promover los objetivos, políticas y estrategias en materia pesquera y acuícola, en armonía con la protección del ambiente, la conservación de los recursos naturales, incluyendo la biodiversidad bajo el principio de la sostenibilidad.

Las actividades realizadas en la Dirección de Información Ambiental están relacionadas a la revisión y análisis de los resultados de los monitoreos ambientales pesqueros y acuícolas referente a: cuerpo marino receptor, efluentes, emisiones atmosféricas y calidad de aire de las empresas , que fueron elaborados por los laboratorios certificados y presentados a la administración por los titulares de derechos pesqueros y acuícolas, en cumplimiento a la normativa ambiental vigente y de acuerdo a sus instrumentos de gestión ambiental aprobados por las empresas.

Asimismo, dentro de mis competencias, tuve la coordinación en conjunto del grupo de trabajo del Sistema de Información de los Monitoreos Ambientales Pesqueros y Acuícolas – SIMON, dicho sistema registra, almacena produce, administra, retroalimenta y suministra información



de la normatividad ambiental, información estadística y publicaciones de las actividades pesqueras y acuícolas a tiempo real con el objetivo de saber el estado actual del ambiente: acuático terrestre y atmosférico, así como la realización de evaluaciones ambientales, ubicación de ecosistemas acuáticos potenciales para el desarrollo de acuicultura marina y continental.

Adicional a lo descrito, tuve entre mis competitividades la revisión y evaluación de las Declaraciones de Manejo de Residuos sólidos (DMRS) y Planes de Manejo de residuos sólidos (PMRS) de las actividades de las empresas pesqueras y acuícolas.

## **I.2. Describir los aspectos propios de la puesta en práctica de lo aprendido durante los 5 años de estudio.**

Las competencias alcanzadas en Ministerio de la Producción, están referidas al sector pesca y acuicultura en un ámbito ambiental, en el cual obtuve las habilidades de evaluar los reportes de monitoreo ambiental de los efluentes, cuerpo marino receptor, emisiones atmosféricas, calidad de aire y monitoreos acuícolas, según la normativa vigente; el cual justo pone en práctica los conocimientos que adquirí en la universidad, a través del curso de Contaminación de ambientes acuáticos que tiene como finalidad capacitar al alumno a evaluar la calidad de las aguas naturales y residuales para conocer el estado de los ambientes acuáticos de acuerdo a la normativa vigente de calidad de agua en el Perú y en el mundo.

Asimismo, en la Dirección de Información Ambiental del PRODUCE, conseguí aptitudes para el tratado de residuos sólidos provenientes de pesca y acuicultura al evaluar la Declaraciones y Planes de Manejo de Residuos sólidos todo relacionado en materia ambiental; lo cual me ha servido para desempeñarme profesionalmente para analizar situaciones que conlleven a la toma de decisiones para la elaboración de instrumentos de gobernanza, para emitir opiniones, para proponer ideas de proyectos o estudios.

Finalmente, el trabajo presentado, me permitió poner en práctica los conocimientos ambientales, de gestión y de sostenibilidad aplicados en el sector pesca y acuicultura aprendidos en la universidad, así como el manejo sostenible de los recursos en armonía con el medio ambiente.

## II. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la actividad de producción de harina y aceite de pescado y sus derivados, es considerada como una de las principales actividades que genera la mayor cantidad de divisas en el país; según información del INEI, en el 2015 el sector pesca creció en 154,03% respecto al año anterior, debido principalmente al aumento de la captura de anchoveta para consumo humano indirecto, ascendiendo a 1' 375,800 toneladas la captura de anchoveta para la producción de harina y aceite de pescado, trayendo como consecuencia vertimientos a la mar de efluentes residuales líquidos como consecuencia de su procesamiento. Por lo cual, se hace necesario establecer medidas ambientales más estrictas, con una visión hacia un desarrollo sostenible de la pesca industrial, de manera que, el impacto de dicha actividad no genere una mayor contaminación en la calidad del agua.

La actividad del procesamiento de harina y aceite de pescado genera una alteración o cambios en el medio ambiente principalmente en el cuerpo receptor acuático, lo cual determina la necesidad de desarrollar un control por parte de las empresas que, según los compromisos ambientales aceptados con las entidades competentes, tienen la obligación de enviar los reportes de monitoreo ambiental de sus efluentes. En este sentido, el impacto ambiental que genera la producción de harina y aceite de pescado está sujeto a la evaluación y monitoreo de los principales parámetros presentes en sus efluentes, los cuales son: Potencial de Hidrogeno (pH), aceites y grasas (A y G), Sólidos Suspendidos Totales (SST), y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>).

La Bahía de Chimbote, conocida también como Bahía del Ferrol cuenta con el principal puerto pesquero del Perú, y está ubicada en la zona más productiva de harina y aceite de pescado del litoral. A través de los años, esta bahía ha presentado signos de deterioro ambiental, por lo que estudiar la calidad de los efluentes provenientes de las empresas que elaboran harina y aceite de pescado de dicha zona, determinará la influencia de la industria pesquera de consumo humano indirecto y su impacto en el medio ambiente.

Las autoridades competentes en materia de gestión ambiental han establecido diversos instrumentos para prevenir, reducir y controlar la contaminación, como la presentación de reportes de monitoreo de efluentes de acuerdo a lo establecido en la R.M. N° 003-2002-PE y su modificatoria R.M. N° 061-2016-PRODUCE, el establecimiento de periodos de Veda y Pesca, los LMP aprobados mediante el Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, y los Planes de Manejo Ambiental para efluentes de la industria pesquera.

En ese sentido, el presente estudio contribuye a conocer el estado en la calidad de los efluentes pesqueros en el periodo 2012-2016, así como determinar si las empresas están cumpliendo con las normas establecidas por las autoridades sobre el vertimiento de dichos efluentes lo que contribuirá a tener una información valiosa para poder realizar toma de decisiones en aspectos de la gestión ambiental pesquera.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Analizar el grado de cumplimiento de los parámetros químicos de los efluentes provenientes del proceso de harina y aceite de pescado ubicados en la Bahía Chimbote durante el periodo 2012-2016 con relación a la normativa ambiental vigente.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar los parámetros de los efluentes de los EIP vertidos en la Bahía de Chimbote durante el periodo 2012-2016.
- Evaluar el cumplimiento de los parámetros pH, AyG, SST con relación a los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la normativa nacional y del parámetro DBO<sub>5</sub> teniendo como referencia la normativa vigente en Ecuador.

## **IV. CUERPO DEL TRABAJO**

### **4.1. ANTECEDENTES**

#### **4.1.1. La industria de harina de pescado en el Perú y su historia**

##### **4.1.1.1. Definición del producto**

La harina de pescado es el producto que se obtiene por reducción del contenido de humedad y grasa de pescado, sin agregar sustancias extrañas, salvo aquellas que tienden a mantener la calidad original del producto (Farro, 1996).

Asimismo, según FAO (2018), la harina de pescado es un material proteico que se obtiene como producto de la molienda y el secado del pescado entero o de partes del mismo.

La harina de pescado es la mejor fuente de calorías concentrada para la alimentación de animales con un 70% a 80% del producto en forma de proteína y grasa digerible, su contenido de calorías es notablemente mayor que muchas otras proteínas animales o vegetales, ya que proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y un aceite rico en ácidos grasos poliinsaturados como el omega-3 (Ácidos: Docosahexaenoico - DHA y Eicosapentaenoico - EPA) indispensables para el rápido crecimiento de los animales (FAO, 2001). Así mismo, la harina de pescado tiene un contenido relativamente alto de minerales como el fósforo, en forma disponible para el animal. Las vitaminas también están presentes en niveles relativamente altos, como el complejo de vitamina B incluyendo la colina, la cobalamina o más conocida como vitamina B12, así como A y D (FAO, 2001). Los principales consumidores de harina de pescado son: aves, cerdos, vacas, caballos, ovinos, peces y crustáceos. Cada animal tiene sus propios requerimientos y, por tanto, la calidad de las harinas solicitadas dependerá de su uso (FAO, 2001).

#### **4.1.1.2. Historia de la industria de la harina de pescado en el Perú**

Durante los años 50, el Perú produjo unas 15,000 a 16,000 toneladas de harina de pescado; en dichas épocas los costos de producción eran bastante bajos, lo que condescendió un desarrollo violento de la industria permitiendo mejorar y duplicar su capacidad de producción, permitiendo que en los años 60 alcanzar 1' 120, 796 toneladas de harina. (SNP, 2008).

En primer lugar, entre los años 1970-1973 la industria pesquera se encontró en una situación sumamente difícil, debido a la excesiva pesca de la anchoveta, la competencia internacional con la harina de soya, sumado al fuerte fenómeno de “El Niño” que condujo a una reducción significativa de los volúmenes de pesca, SNP (2008). Esto conllevó a que varias empresas quiebren y se encuentren en una situación que los llevaría al colapso, debido a la falta del recurso anchoveta. El gobierno militar de ese entonces enfrentó esta situación con la reformulación del sector (Álvarez, 2000).

En 1973, se crea Pesca Perú, empresa pública de producción de Harina y Aceite de Pescado, por la expropiación de 99 plantas, 1255 embarcaciones y más de 380 mil TM de Harina de Pescado en Stock, lo cual, conlleva luego al estancamiento y caída de la producción de la industria (SNP, 2008).

En 1976, el gobierno de Francisco Morales Bermúdez reorganiza Pesca Perú, mediante el D.L. N° 21450, el cual declara en emergencia la industria para la extracción y transformación de la anchoveta y, el D.L N° 21558 donde se establece la venta de todas las embarcaciones pesqueras de Pesca Perú. Asimismo, se reconoce al IMARPE como el ente Rector de la administración científica de la Anchoveta (SNP, 2008).

La actividad de producción de harina y aceite de pescado es considerada una de las principales actividades que genera la mayor cantidad de divisas en el país, asimismo, este sector creció en 154,03% respecto al año anterior, debido principalmente al aumento de la captura de anchoveta para consumo humano indirecto (INEI, 2015).

#### **4.1.2. Impactos ambientales en la Bahía de Chimbote en el cuerpo marino receptor**

La bahía de Chimbote, actualmente está considerada como una de las áreas más contaminadas de la costa peruana, debido principalmente a los residuos de la actividad industrial pesquera y siderúrgica; a esto se suma los desechos domésticos, los derrames de petróleo ocasionados durante las operaciones de carga y descarga y a las actividades del puerto, causando un deterioro de las playas de recreación, afectando a los recursos pesqueros y a la salud humana. (Guillén et al., 1998)

La actividad pesquera industrial se considera una fuente potencial de contaminación principal en esta bahía. Después de analizar los parámetros de calidad de agua; oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, DBO<sub>5</sub> y otros, se llegó a la conclusión que la carga de materia orgánica de esta industria induce a procesos anóxicos y de eutrofización, que afectan al cuerpo marino receptor, playas, litoral costero y recursos hidrobiológicos costeros (IMARPE, 1996).

Algunos impactos ocasionados en la Bahía el Ferrol son la reducción y desaparición de flora y fauna, alteración de procesos biológicos, alteración de las condiciones físicas, alteración de las condiciones químicas, corrientes marinas, color, olores desagradables, variación de la composición, alteración de los procesos geomorfológicos, cambio en naturalidad, cambio en singularidad, intoxicaciones transmisión enfermedades, desaparición turismo, reducción pesca artesanal y otros (CONAM, 1998)

Según MINAM (2009), la identificación de fuentes de contaminación en la bahía de Chimbote representa la Línea Base Ambiental, soporte sobre el cual se ha estructurado Planes de Descontaminación y Recuperación de la bahía; se realizó actividades de recopilación y sistematización de información disponible de las instituciones públicas y privadas en las cuales identifican 50 descargas de aguas residuales que comprenden: aguas residuales industriales de empresas pesqueras, aguas residuales industriales de siderúrgica e hidrocarburos, muelle industriales y aguas residuales domésticas.

La descarga de efluentes y residuos de la actividad pesquera que tiene como disposición final a esta bahía, lo constituyen mayormente los muelles pesqueros, quienes cuentan con



calificación para la descarga de productos hidrobiológicos; y adicional a ello, la disposición de los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado y de las plantas de conserva de pescado que van directamente al mar sin un tratamiento previo (MINAM, 2012).

### **4.1.3. Proceso de la Harina de Pescado**

#### **4.1.3.1 Recepción de la materia prima**

El sistema utilizado para la descarga de la materia prima, desde la embarcación hacia la planta, está conformado por un bombeo al vacío con agua, en una relación aproximada de agua/pescado como 1/1, en el cual la materia prima a través de 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 (Navarrete , 2011).

La materia prima se descarga en la planta mediante un transportador elevador de mallas, y antes de ser transportado a las pozas de almacenamiento, se realiza el pesado en tolvas electrónicas (Grados, 1996).

#### **4.1.3.2 Cocinado**

Esta es la operación que tiene como objetivo realizar la coagulación de las proteínas y la ruptura de las células de grasa, pero la manera que se efectúa y su eficiencia, son de mayor importancia si se quiere evitar problemas en el prensado y en la separación de aceite. Esta operación se realiza a presión atmosférica normal durante 10 o 15 minutos y a una temperatura de 90° o 100° C (Farro, 1996).

#### **4.1.3.3 Desaguado**

En esta etapa del proceso, el desaguado se separa la parte sólida de la líquida, se retira parte del líquido de la masa cocida al pasar por los tamices del desaguador (pre – strainer); el objetivo de esta etapa es facilitar el presado (Pizardi, 1992).

#### **4.1.3.4 Prensado**

El pescado cocinado procedente del desaguado es llevado hacia la prensa, la misma que es accionada con sistema de transmisión de velocidad variable. En esta etapa, se extrae el líquido y se une con el del desaguado para recibir su tratamiento en las separadoras y centrífugas (Farro, 1996).

Esta etapa tiene la finalidad de extraer parte del aceite y agua, comprimiendo la materia prima hasta obtener una humedad de 50% o menos (Alcayhuaman y Yaya, 1997)

#### **4.1.3.5 Centrifugado**

En la etapa de separación, se divide dos fases: una sólida con un 63% aproximadamente de humedad y una fase líquida con una concentración en volumen entre el 15 y 20 % de sólidos. (Costa y Denegri, 2015)

#### **4.1.3.6 Secado**

El proceso de secado es una de las etapas de mayor importancia pues determina la calidad de la harina.

El secado es el tratamiento térmico más severo, donde el agua de cola concentrada, la torta de prensa y la torta de separadora son enviadas a los secadores (Landeo y Ruiz, 1996)

#### **4.1.3.7 Molienda**

La harina que sale del secador pasa por un molino de martillos locos donde se reduce el tamaño de las partículas de harina, con el fin de obtener una granulometría adecuada (Pizardi, 1992).

#### **4.1.3.8 Pesado y envasado**

Este proceso se realiza en sacos de polipropileno de 50 kg (Alcayhuaman y Yaya, 1997).

### **4.1.4. Efluentes del Proceso de las empresas de Harina y aceite de Pescado**

#### **4.1.4.1. Definición efluentes**

Aguas cuyas características originales han sido modificadas por la actividad productiva (PRODUCE, 2016).

Los efluentes industriales es el cuerpo que fluye o se emite al exterior de una actividad industrial a los cuerpos de aguas naturales. Pueden provocar deterioro en la calidad del agua superficial, produciendo riesgos importantes para la salud humana y los ecosistemas acuáticos, con el tiempo los compuestos contaminantes pueden lixiviar, lo que ocasionaría deterioro de la calidad del agua subterránea, cuyo tratamiento resulta costoso, difícil y hasta imposible de tratar (Barrera, 1987)

#### 4.1.4.2. Tipos de efluentes del Proceso

##### a. Agua de bombeo

Es el efluente de mayor volumen, se origina durante el trasvase de la materia prima de la embarcación a la planta; contiene materia orgánica suspendida y diluida, aceites y grasas, sangre y agua de mar (PRODUCE, 2009).

Según Carranza (1999), es el agua que se genera en la etapa inicial del proceso, se genera durante la descarga del pescado, en la cual se utiliza una proporción 2:1 de agua: pescado. La materia prima (pescado), almacenada en las bodegas de la embarcación es enviada a través de mangueras, absorbentes hasta las pozas de recepción en la planta. El agua de bombeo representa el mayor volumen de todos los efluentes, aproximadamente 3.3 veces el agua de cola, su contenido orgánico depende del manejo a que haya sido sometida la materia prima (calidad, almacenamiento, condiciones de conservación en la embarcación); Castro (2004) reporta las características físico químicas del agua de bombeo según diferentes autores, ver Tabla 1.

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

<b>Parámetro</b>	<b>Valores</b>	
<b>Sólidos Totales</b>	32-79 g/L	2.8%
<b>Grasa</b>	0.16-7.5 g/L	0.10%
<b>Proteína Total</b>	No Reporta	1.00%
<b>Proteínas Solubles</b>	0.3-7.50 g/L	NR
<b>Ceniza</b>	No Reporta	1.40%
<b>DBO<sub>5</sub></b>	No Reporta	4600 ppm
<b>DQO</b>	490-12600ppm	35200 ppm
<b>pH</b>	No Reporta	6.2
<b>Fuente</b>	Mari et al.,(1994)	Del Valle et al.,(1990)

Fuente: Castro (2004)

## **b. Sanguaza**

La sanguaza se genera en la poza de almacenamiento de materia prima, cuya degradación proteica se produce inmediatamente después de la muerte de la anchoveta y comienza por una acción enzimática, para continuar por una rápida acción bacteriana y procesos oxidativos de los productos de degradación. El aumento de la temperatura ambiental en verano, acelera los procesos de descomposición tanto en las bodegas como en las pozas de almacenamiento con el desprendimiento de gas sulfhídrico ( $H_2S$ ) (PRODUCE, 2009).

## **c. Agua de cola**

El agua de cola es uno de los residuales del proceso productivo de una planta de harina y aceite de pescado, generado como un sub producto de la prensa. Se genera a partir del licor de prensa; son los sólidos solubles que se separan del aceite al centrifugar el licor de la separadora; su volumen y contenido cambian con la condición y tiempo del pescado. Cuanto mayor es el tiempo de captura, mayor será la cantidad de proteína y aceite que se liberen al agua de cola durante el prensado. El agua de cola puede representar hasta un 60% del peso de la materia prima y esta contendrá cerca de 8% a 10% de sólidos totales. Si la materia prima se encuentra en malas condiciones, estas cifras se incrementarán. Actualmente los EIP recuperan estos compuestos para mejorar la calidad del producto y también para mejorar la eficiencia de las plantas. Sin embargo, es necesario indicar que también existen EIP que aún vierten este efluente al mar sin mayor tratamiento (PRODUCE, 2009).

#### **4.1.4.3. Parámetros de caracterización de los efluentes provenientes de la Producción de Harina y aceite de pescado**

Los parámetros que caracterizan a los efluentes son importantes para calificar, de acuerdo a sus valores, su grado de contaminación y así establecer el impacto que generan en el cuerpo receptor donde se vierten. Entre los principales parámetros de control de efluentes, tenemos:

##### **a. Oxígeno Disuelto**

La concentración de oxígeno disuelto es importante en el estudio de contaminación de los sistemas acuáticos, debido a que los organismos vivos dependen del oxígeno para mantener los procesos metabólicos, que producen energía para crecer y reproducirse. (Basterrechea, 1997)

##### **b. Acidez y alcalinidad (pH)**

La acidez de las aguas residuales es originada por la disociación de compuestos orgánicos e inorgánicos. Los principales ácidos que influyen en los efluentes son: sulfúrico, clorhídrico, nítrico, fosfórico, carboxílico, carbónico, etc. En contraste, la alcalinidad de las aguas residuales es generada por sustancias que, al disociarse en solución acuosa producen iones hidróxido, por ejemplo: amoníaco y soda cáustica. Por ello, los valores extremos de pH tienen efectos dañinos como el emulsionamiento de aceites, corrosión, precipitación, volatilización de sulfuros y otros gases (León, 2006).

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

Los SST se define como la concentración de partículas que son retenidas en un medio filtrante de microfibras de vidrio, con un diámetro de poro de 1.5 micrómetros o su equivalente (Sánchez, 2011).

La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas que no se pueden eliminar por medio de deposición. La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga cierta turbidez. Sus unidades de medida suelen ser en mg/L o en ppm (Elías, 2012).

#### **d. Aceites y grasas (AyG)**

Son triglicéridos llamados también ésteres de la glicerina, con ácidos grasos de cadena larga de hidrocarburos que varían en longitud. Estas sustancias son de origen vegetal o animal, lentamente degradables e insolubles en el agua y menos densas que esta. La consecuencia de su desecho a cualquier medio, es que su presencia en el agua crea emulsiones y películas que impiden la penetración de la luz, evitando el desarrollo de la fotosíntesis. Además, impide el paso del aire, provocando la no oxigenación de las aguas superficiales sin permitir la autodepuración (Jiménez, 2002).

Las grasas y aceites están constituidos casi totalmente por triacilglicéridos (comúnmente llamados triglicéridos), que son ésteres de una molécula de glicerina con tres ácidos grasos (Primo, 2007).

En la determinación de grasas y aceites no se mide una cantidad absoluta de una sustancia específica; se determinan grupos de sustancias con características físicas similares con base en su solubilidad en el solvente. Así, el término "grasas y aceites" comprende cualquier material recuperado como una sustancia soluble en el solvente (n-hexano). Esto incluye otros materiales extraídos por el solvente de la muestra acidificada. La unidad de medida es mg/L (Primo, 2007).

#### **e. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

Este parámetro mide la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas. Cuando la descarga de materia orgánica es alta y se observa una DBO<sub>5</sub> mayor de 10 mg/L, a corto plazo la demanda superará la producción de oxígeno, generándose un déficit que conduce a la anaerobiosis

de los sedimentos, que liberan amoníaco, fosfatos y metales produciendo malos olores. Por lo tanto, la cantidad de oxígeno disuelto es inversamente proporcional a la DBO<sub>5</sub>, ya que si aumenta la producción de oxígeno disminuirá la DBO<sub>5</sub> por la acción de las bacterias aeróbicas que degradaran sin ningún problema la materia orgánica y biodegradable (León, 2006).

#### **4.1.5. Tratamiento de efluentes de proceso de las Plantas de Harina y aceite de Pescado**

Según la Guía para la actualización del Plan de Manejo Ambiental de los establecimientos industriales pesqueros del PRODUCE (2009) indica que todos los equipos, que componen el proceso de tratamiento de agua de bombeo, deberán de tener las características necesarias en cuanto a tecnología, capacidad y eficiencia, para garantizar el correcto manejo y tratamiento del volumen de agua de bombeo generado, así como para retener el máximo de materia orgánica posible.

Tal como lo menciona Espinoza (2014), el tratamiento de efluentes cuenta con las siguientes etapas: i) Reducción de Efluentes, el cual consiste en reducir el caudal de los efluentes aplicando controles operacionales dentro del proceso, desde que se descarga la materia prima, considerando que para esta industria el agua de bombeo es el efluente de mayor caudal; ii) Tratamiento primario, el cual lo describe como el efluente (agua de bombeo o sanguaza) sometido a un tamiz de malla de 0.5mm – 1.0mm con la finalidad de retener todos los sólidos suspendidos y ser retornadas a su reaprovechamiento; iii) Tratamiento secundario, el cual consiste en la recuperación de los sólidos y grasas que están presentes en el agua de bombeo debido al destrozo de pescado así como en la sanguaza.

Para el tratamiento del agua de bombeo es necesario considerar los siguientes las siguientes etapas (PRODUCE, 2009):



a) Primera fase: *Recuperación de sólidos de pescado mayores a 1 mm*

b) Segunda fase: *Recuperación de aceites y sólidos suspendidos*

b.1) Sistema de flotación inducida con inyección de microburbujas de aire

b.2) Tratamiento de espumas recuperadas en el sistema de flotación inducida

El tratamiento del agua de bombeo inicia con el ingreso a los filtros rotativos con aberturas de malla de diferente diámetro (0.1 mm – 1 mm), con el fin de recuperar sólidos, que reingresan al proceso, posteriormente el efluente ingresa a una trampa de grasa y celdas DAF con inyección de microburbujas, para atrapar las moléculas de grasa que ascenderán a la superficie y que por medio de un barrido se colectarán en un tanque de espumas. El efluente resultante es derivado a un tanque ecualizador en donde se homogeniza, luego ingresa a una celda química en donde se dosifica coagulantes y floculantes, finalmente se obtiene un efluente que deberá cumplir con los LMP y ser vertidos hacia el emisor submarino; por otro lado, los lodos resultantes son derivados a una separadora ambiental en la cual se obtienen sólidos que son destinados a una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos, el efluente vuelve al tanque ecualizador. (Coronado, 2018)

#### **4.1.6 Límite Máximo Permisible (LMP)**

Es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión que al ser excedida o causa o puede causar daño a la salud, al bienestar humano y al medio ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Niveles de concentración máxima de contaminantes en los efluentes, que es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana y a la vida acuática (PRODUCE, 2016).

#### 4.1.6. Normativa en el sector Pesquero

**La Ley General de Pesca – Decreto Ley 25977** (22.12.1992) y su reglamento aprobado por el D.S. N°012-2001-PE, tiene como objetivos:

- Promover su desarrollo sostenido como fuente de alimentación, empleo e ingresos
- Asegurar un aprovechamiento responsable de los recursos hidrobiológicos, optimizando los beneficios económicos, en armonía con la preservación del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad.

Se inician las actividades del Sistema de seguimiento, control y vigilancia. Se establece que el Estado promueve, preferentemente, las actividades extractivas de recursos hidrobiológicos destinados al consumo humano directo. La norma se estructura en: Ordenamiento Pesquero, Acuicultura, Pesca Artesanal, Investigación y capacitación, Extracción y Procesamiento.

- **Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, que aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias**

Establecer el marco jurídico regulador de la actividad pesquera asociados con las descargas de efluentes industriales al cuerpo receptor, por lo que se aprueban Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) como instrumentos de gestión ambiental.

Esta norma regula la implementación de sistemas de tratamiento integrado y disposición final adecuados. Para las empresas que funcionen antes de la norma deberán actualizar su PMA aprobado en su EIA o PAMA, teniendo en cuenta la primera disposición complementaria de dicha norma (PRODUCE, 2008).

En la Tabla 2, se describe los Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado para los parámetros de aceites y grasas (A y G), sólidos suspendidos totales (SST), pH y demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), así como el método de análisis a utilizar.

**Tabla 2. Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado**

<b>Parámetros contaminantes</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS</b>
	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)	
<b>Aceites y Grasas (A y G)</b>	20 mg/l	1,5*10 <sup>3</sup> mg/L	0.35*10 <sup>3</sup> mg/L	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20th. Ed. Method 5520D. Washington; o Equipo Automático Extractor Soxhlet
<b>Sólidos suspendidos Totales (SST)</b>	100 mg/l	2,5*10 <sup>3</sup> mg/L	0.70*10 <sup>3</sup> mg/L S	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20th. Ed. Part.2540D Washington
<b>pH</b>	06 - 09	05 - 09	05 - 09	Protocolo de Monitoreo aprobado por Resolución Ministerial N° 003-2002-PE
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)</b>	< 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.

En relación al parámetro DBO<sub>5</sub> del efluente, se consultó con las normativas internacionales como referencia, se realizó las consultas tanto en Chile como en Ecuador, observando 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, a diferencia que la norma chilena si bien establece una Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, para DBO<sub>5</sub> no determina un valor de descarga de residuos líquidos fuera de la zona de protección litoral (Tabla 3).

**Tabla 3. Normas referenciales internacionales para la descarga de aguas residuales – parámetro DBO<sub>5</sub>**

Referencia	Descripción	DBO <sub>5</sub> Concentración (mg/L)
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 y de descarga de efluentes al recurso agua (agua marina)	Descarga de efluentes mediante emisores submarinos	400
Decreto 90 del 2001 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia Chilena de la Legislación Chilena: Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales	Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral	60
	Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos fuera de la zona de protección litoral	No precisa

Fuente: Elaboración propia en referencia a las normas internacionales

- **Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor (R.M. N° 003-2002-PE)**

Estandarizar los procedimientos, los métodos de muestreo y análisis, de efluentes y del cuerpo receptor asegurando la calidad de los datos y su compatibilidad. Los establecimientos industriales pesqueros con licencia de operación para el proceso de productos de CHI, deberán presentar los resultados de los protocolos en forma mensual, a los quince días posteriores del mes vencido conforme a lo especificado en el protocolo.

- **Protocolo para Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto (R. M. N° 061-2016)**

Estandarizar una metodología para la realización del monitoreo de efluentes, que permita a la autoridad competente evaluar el nivel de tratamiento alcanzado de los efluentes vertidos por dichas actividades, para la vigilancia y control de cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) que se actualicen en los instrumentos de gestión ambiental.

Determinar el procedimiento y los criterios técnicos para establecer parámetros de evaluación y punto de monitoreo de efluentes a fin de evaluar el cumplimiento de los LMP y/o Valores Máximos Admisibles (VMA), así como establecer la frecuencia de la toma de muestras de los efluentes, preservación, conservación, transporte de muestra y aseguramiento de calidad para el desarrollo adecuado del monitoreo.

La frecuencia de monitoreo de los efluentes durante los periodos de veda y producción para los establecimientos pesqueros industriales de consumo humano indirecto establecidos en la Tabla 4, corresponden a efluentes de agua de bombeo, limpieza de equipos, mantenimiento, durante el periodo de pesca y en temporada de veda se presentará un monitoreo de efluentes de limpieza y mantenimiento.

**Tabla 4. Frecuencia de monitoreo de parámetros de efluentes de la industria pesquera de consumo humano indirecto**

TOMA DE MUESTRA	FRECUENCIA DE MONITOREO DE EFLUENTES			PLAZO DE PRESENTACIÓN DE INFORME TÉCNICO A PRODUCE Y A OEFA (*)	INFORME ANUAL CONSOLIDADO
	PHAP		PHRRH		
	VEDA	PRODUCCION			
<b>Punto de muestreo (Determinar código de muestreo identificado)</b>	Efluentes industriales del proceso	Uno	Un monitoreo mensual con descarga de materia prima	30 días hábiles posteriores al Monitoreo	<b>PHAP:</b> A 60 días hábiles posteriores a la culminación de la segunda temporada de pesca del año (1) <b>PHRRH:</b> A 60 días hábiles posteriores a la culminación de la segunda temporada de pesca de año (1)
	Efluente de limpieza y mantenimiento	después de cada temporada de pesca	Un monitoreo al finalizar cada temporada de pesca en EIP que descargan CB en forma independiente		

Fuente: Produce (2016)

PHAP: Plantas de Harina y Aceite de Pescado

PHRRH: Plantas de Harina de Reaprovechamiento de Recursos Hidrobiológicos

Informe Técnico: debe contener la evaluación de los resultados de análisis, y adjuntar el informe de ensayo del laboratorio.

\*El reporte de Monitoreo se presentarán en versión impresa y digital.

- **Resolución Directoral N° 177-2011-ANA-DGCRH**

Otorgar a APROCHIMBOTE, autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas para la estación de bombeo de su planta de acopio, almacenamiento y disposición final, ubicada en el Sub lote W 01 Mz. B, Zona Industrial Gran Trapecio, distrito de Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash, por un volumen anual total de 2 871790,20 m<sup>3</sup> (710 l/s), las que serán descargadas al mar de Chimbote, a través de un emisor submarino común de 9 170 m. de longitud de HDPE y 800 mm de diámetro, cuyo punto de descarga se ubica a una profundidad de 30 m.

APROCHIMBOTE (Asociación de Productores de Harina, Aceite y Conservas de Pescado de Chimbote) a través del emisor submarino que dichas empresas asociadas tienen en común, el cual dispone que se debe controlar los vertimientos de los puntos de control consignados en dicho documento.

- **Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de en cuerpo naturales de agua superficial (R.J. 182 -2011-ANA)**

Estandarizar una metodología para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos en los cuerpos naturales de agua superficial

Los parámetros a seleccionar para evaluación de aguas residuales dependerán de los Límites Máximos permisibles (LMP) establecidos en el MINAM; para el caso de Pesquería los parámetros regulados se encuentran en la norma aprobada por D.S. N° 010-2008-PRODUCE.

- **Resolución Suprema N° 004-2012-MINAM, que Aprueban el Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol, elaborado por la Comisión Técnica Multisectorial de Alto Nivel, constituida mediante D.S. N° 005-2002-PE**

El Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol, es el instrumento de gestión elaborado y aprobado por la Comisión Técnica Multisectorial con el objetivo de lograr la recuperación de las condiciones propias de la bahía, a través del desarrollo de cuatro (04) componentes:

- a) Control de descargas de efluentes líquidos contaminantes
- b) Control y mitigación de la erosión y sedimentación
- c) Control de emisiones a la atmosfera y gestión de residuos solidos
- d) Fortalecimiento de capacidades y soporte institucional

En relación al primer componente, está dirigido a lograr un nivel de descarga cero de cualquier tipo de efluentes líquidos contaminantes procedentes de las actividades domésticas, productivas y de servicios realizadas en torno a la bahía, como requisito fundamental para la recuperación del ecosistema.



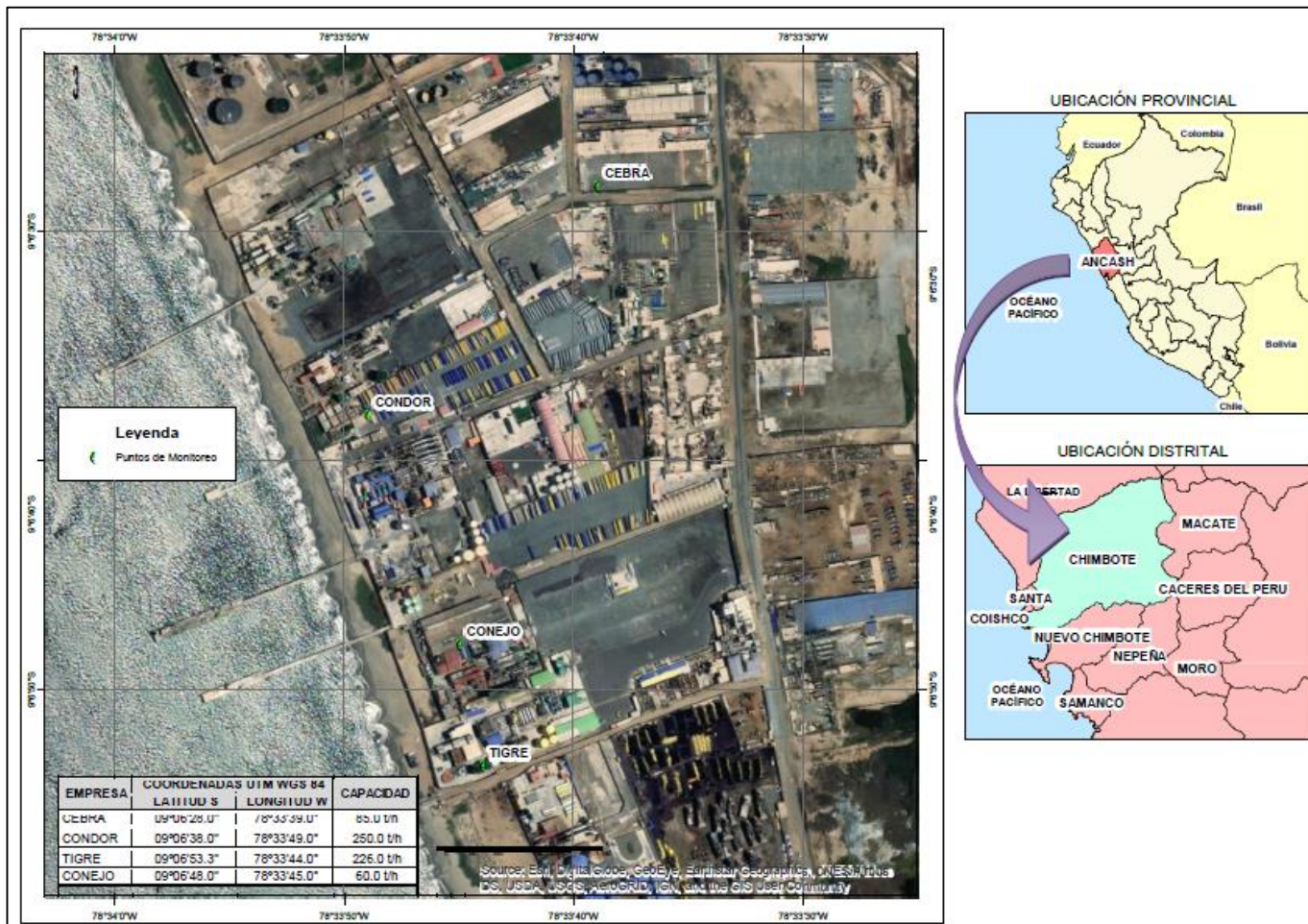
## **4.2 LUGAR DE EJECUCIÓN Y METODOLOGÍA**

### **4.2.1. Lugar de ejecución**

El presente trabajo se ha realizado en el marco del desarrollo de las actividades realizadas en el Ministerio de la Producción del Perú, en la Dirección de Gestión Ambiental de la Dirección de Asuntos Ambientales Pesqueras y Acuícolas, ex Dirección de Información Ambiental – DIA de la Dirección General de Sostenibilidad Pesquera – DGSP, Dirección denominada así según el cambio del Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del PRODUCE.

Las actividades realizadas en la ex Dirección de Información Ambiental están relacionadas a la revisión y análisis de los resultados de los monitoreos ambientales, los cuales han sido elaborados por los laboratorios certificados y, presentados a la administración por los titulares de derechos pesqueros y acuícolas, en cumplimiento a la normativa ambiental vigente y de acuerdo a sus instrumentos de gestión ambiental aprobados por las empresas.

El estudio se ejecutó en la Bahía de Chimbote, que se encuentra ubicada en la costa norte del Perú entre los 09°05' y 09°09' LS, provincia de Santa, departamento de Ancash; limitando al norte con la Isla Santa-Bahía Coishco y Bahía Samanco al sur. En esta Bahía se encuentran ubicadas las 4 empresas denominadas Cebra, Cóndor, Tigre y Conejo por confidencialidad las cuales se pueden observar en la Figura 1.



**Figura 1.** Mapa de Ubicación de las empresas estudiadas en la Bahía de Chimbote y los puntos de monitoreo

Para el desarrollo del presente trabajo, se recopiló información de los reportes de monitoreos de efluentes de cuatro (04) empresas industriales pesqueras ubicadas en la Bahía de Chimbote; dado que éstas presentaron un mayor número de reportes de monitoreos que ha permitido realizar el estudio con un grado de confiabilidad significativo.

En el presente estudio, se analizó la información procedente de los reportes de monitoreo de efluentes, los cuales corresponden a los años 2012-2016 de los establecimientos industriales pesqueros, cuyas ubicaciones y capacidad de planta, se detallan en la Tabla 5.

**Tabla 5. Establecimientos industriales pesqueros estudiados en el presente trabajo**

EMPRESA	COORDENADAS		CAPACIDAD
	LATITUD	LONGITUD	
<b>CEBRA</b>	09°06'28.0"	78°33'39.0"	85.0 t/h
<b>CONDOR</b>	09°06'38.0"	78°33'49.0"	250.0 t/h
<b>TIGRE</b>	09°06'53.3"	78°33'44.0"	226.0 t/h
<b>CONEJO</b>	09°06'48.0"	78°33'45.0"	60.0 t/h

Elaboración propia

#### **4.2.2. Metodología**

Los análisis químicos de los parámetros de los efluentes provenientes de las industrias de consumo humano indirecto (CHI) como son: pH, Aceites y Grasas (AyG), sólidos suspendidos totales (SST) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), fueron realizados por la empresa Certificaciones del Perú S.A. – CERPER. A partir de los informes de monitoreo se obtuvo la data a trabajar con la cual se procedió al ingreso y ordenamiento de la base de datos de los parámetros ambientales utilizando Excel 2010.

De la información proveniente de los monitoreos mensuales se determinaron los promedios anuales y se elaboraron gráficas continuas para el periodo del 2012 al 2016 para cada parámetro a estudiar. Para los parámetros pH, AyG y SST y de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias, se procedió a evaluar el cumplimiento del D.S. N° 010-2008-PRODUCE utilizando la Columna III: Límites Máximos Permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de Protección Ambiental Litoral, debido que la disposición final de los efluentes se realiza mediante un emisor submarino colectivo de aproximadamente 9,7 Km el cual supera las 5 millas de la zona de protección ambiental litoral, mediante el cual las empresas colectan y disponen sus efluentes. Es importante resaltar que dicho emisor forma parte del Plan Ambiental Complementario Pesquero (PACPE) establecido por el

Ministerio de la Producción mediante Decreto Supremo N° 020-2007-PRODUCE, siendo de cumplimiento obligatorio para todas las empresas pesqueras ubicadas en la Bahía del Ferrol.

Del mismo modo para evaluar el grado de cumplimiento del parámetro DBO<sub>5</sub>, se realizó las comparaciones respectivas teniendo como referencia la norma vigente en Ecuador en el Decreto ejecutivo N° 1589 del 2006 “Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua (agua marina)”. Esta norma establece los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado, los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos y; métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Es necesario mencionar que los datos de los monitoreos de los efluentes obtenidos fueron enviados por los administrados de las empresas según la frecuencia establecida en las R.M. N° 003-2002-PE y N° 061-2016-PRODUCE Protocolo para el monitoreo de efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto, el cual indica que la realización de los monitoreos ambientales forma parte de los compromisos ambientales asumidos es sus respectivos instrumentos de gestión ambiental (IGA); asimismo indican que la los monitoreos realizados para los parámetros de efluentes de la industria pesquera de consumo humano indirecto, es de un monitoreo con descarga de materia prima en la temporada de producción. (véase Anexo 5. Fechas de temporadas de producción en la región norte y centro 2012-2016)

### 4.3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.3.1 Caracterización de los parámetros de los efluentes de los EIP

Para la caracterización de los parámetros de los efluentes de los EIP, se contó con la información de las empresas trabajadas por año durante el periodo estudiado (2012-2016), en los periodos de producción de cada año. La empresa Cebra realizó un total de 14 reportes de monitoreos, la empresa “Cóndor” 16 reportes, la empresa “Tigre” 23 reportes de monitoreo y finalmente la empresa “Conejo” 20 reportes, los cuales se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6. Reportes de monitoreo de las EIP en temporada de producción durante el periodo 2012 – 2016**

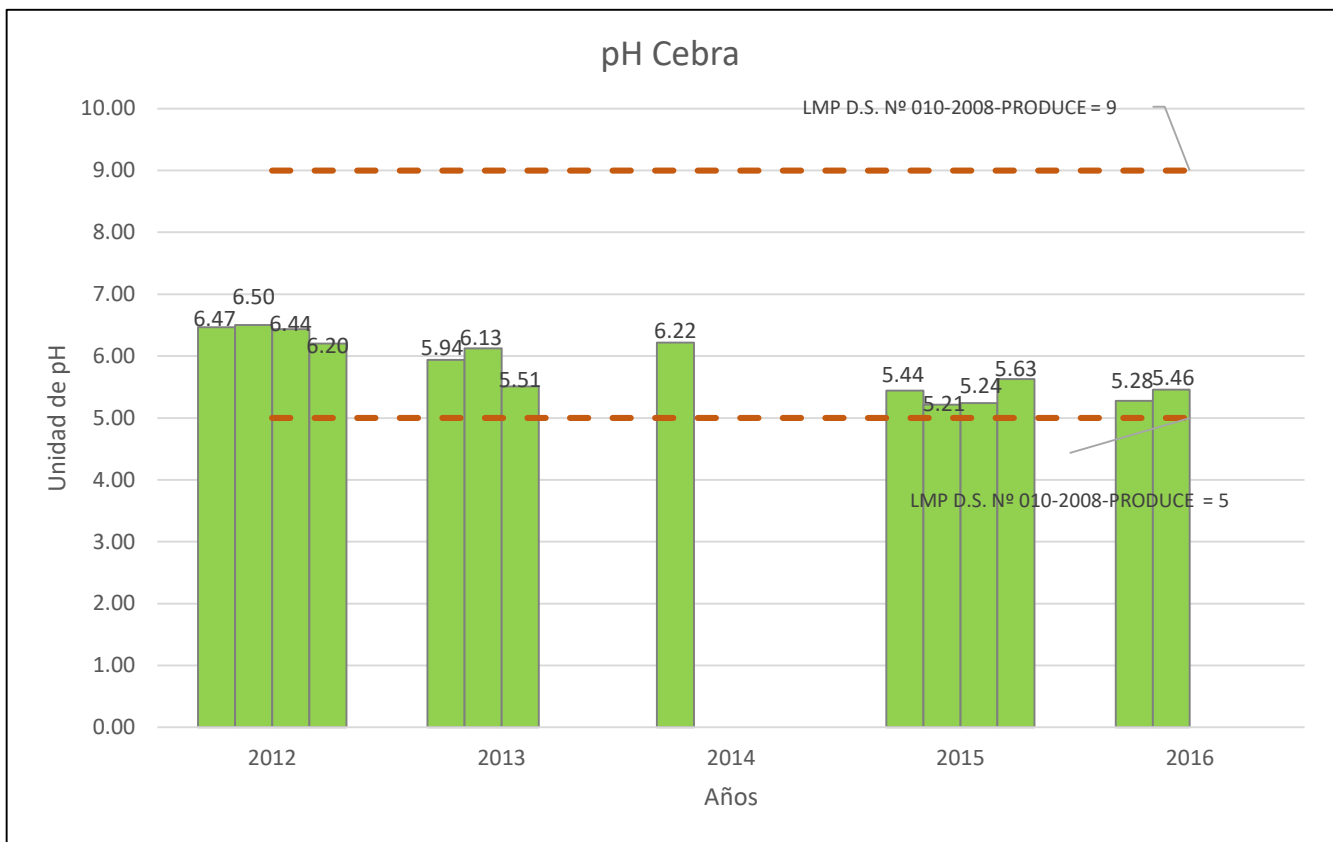
<b>EIP</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>Total</b>
<b>Cebra</b>	4	3	1	4	2	14
<b>Cóndor</b>	4	1	4	4	3	16
<b>Tigre</b>	4	6	6	4	3	23
<b>Conejo</b>	4	6	4	4	2	20
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>73</b>

En este sentido, en los Anexos 1, 2, 3 y 4 se presentan las Tablas resumen que contienen los números de monitoreos y los resultados de la caracterización de los parámetros en los efluentes analizados por año y para cada empresa.

#### 4.3.2 Cumplimiento de la normativa ambiental peruana sobre los Límites Máximos Permisibles de los parámetros físicos – químicos en los efluentes por EIP

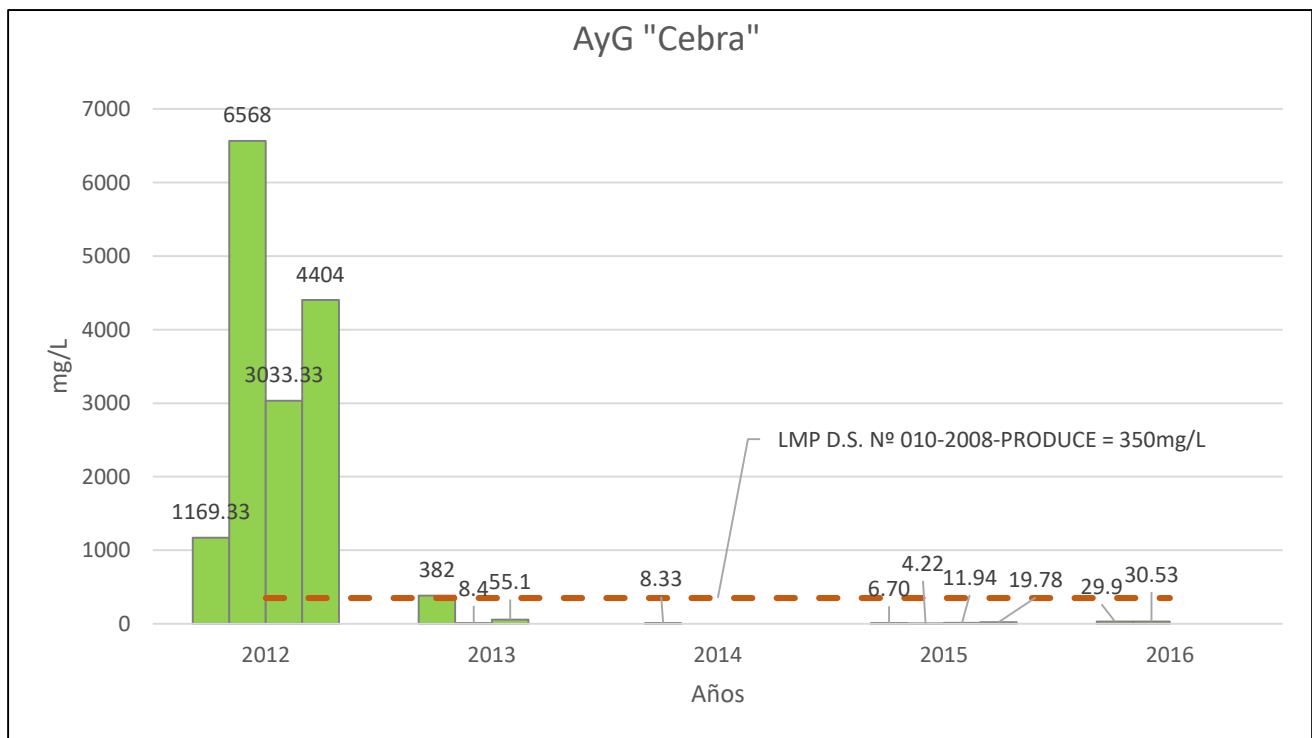
##### EIP – CHI: “CEBRA”

Para el parámetro pH del EIP-CHI “Cebra” se observa que en los monitores realizados en el periodo 2012 - 2016, están dentro del rango establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP pH=5-9), ver Figura 2.



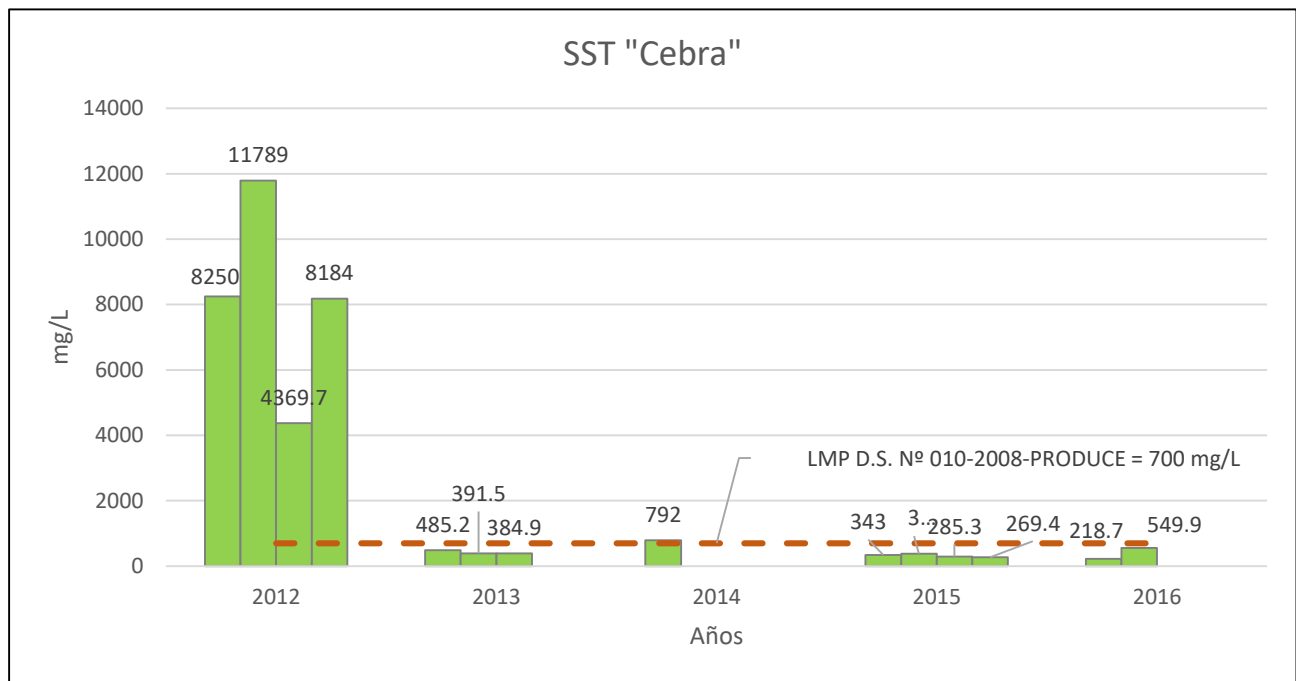
**Figura 2.** Valores de los monitoreos del pH para el EIP “Cebra” (2012-2016)

Para el parámetro Aceites y Grasas (AyG) del EIP-CHI “Cebra” se observa que en los monitoreos realizados durante el 2012 y el primer monitoreo realizado del 2013 no cumplen con lo establecido en la normativa vigente, sin embargo a partir del 2013 al 2016 cumplen con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (AyG =350 mg/L), lo que podría deberse a que se realizaron mejoras tecnológicas por innovación en el marco del cumplimiento del Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol, el cual fue aprobado en el año 2012; proporcionando a partir del 2013, una mayor calidad de los efluentes, ver Figura 3.



**Figura 3.** Valores de los monitoreos del AyG para el EIP “Cebra” (2012-2016)

Para el parámetro SST del EIP-CHI “Cebra” se observa que solo los valores de los monitoreos realizados en el 2012 no cumplen con los LMP aprobados mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (SST=700mg/L), a diferencia de los monitoreos realizados del 2013 al 2016, que si cumplen con lo establecido en el LMP aprobado; esto podría deberse a que la empresa “Cebra” haya realizado algunas mejoras a su sistema de tratamiento debido a la implementación del Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol aprobado durante el 2012; asimismo se observa que durante el 2014 presenta un valor que supera el LMP establecido, lo que podría deberse a una falla en su sistema de tratamiento o una mala toma de la muestra; ver Figura 4.



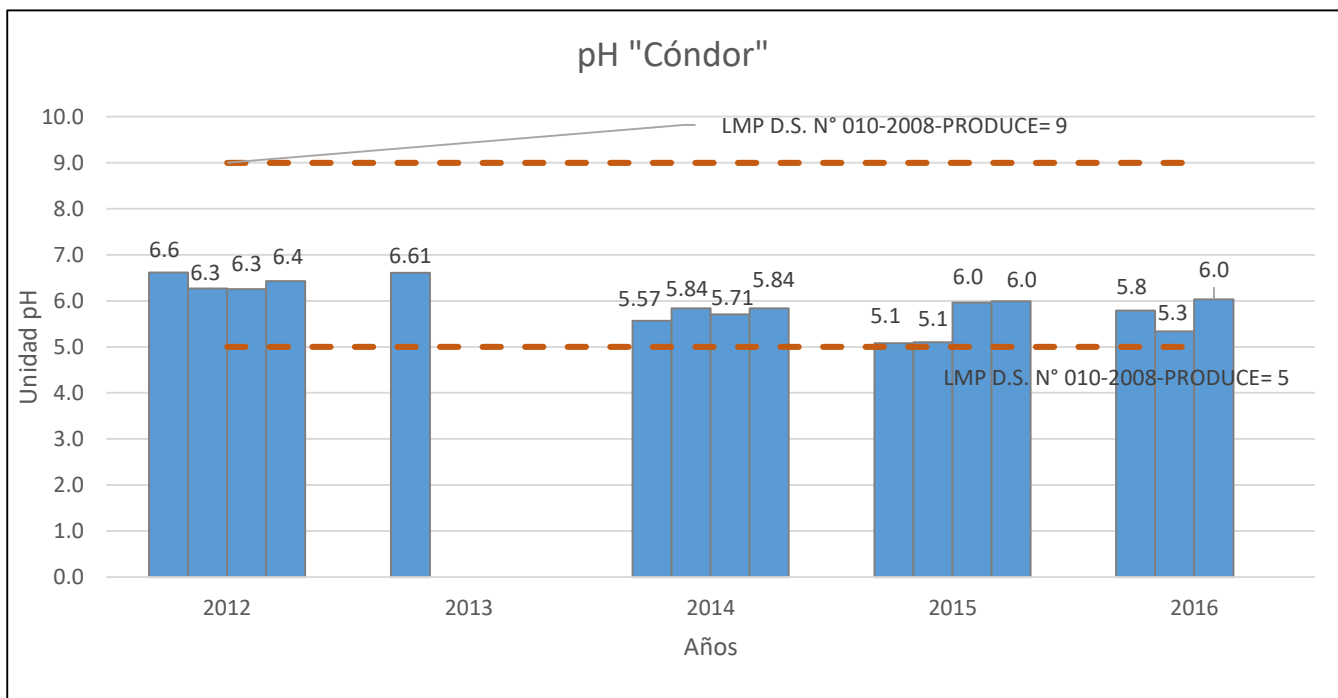
**Figura 4.** Valores de los monitoreos del SST para el EIP “Cebra” (2012-2016)

Del análisis de las figuras 2, 3 y 4 se evidencia que la calidad de los efluentes generados en el EIP “Cebra” ha mejorado desde el año 2013, lo cual, puede deberse a una mayor eficiencia en el sistema de tratamiento de efluentes o también a una mejora en los componentes de proceso.



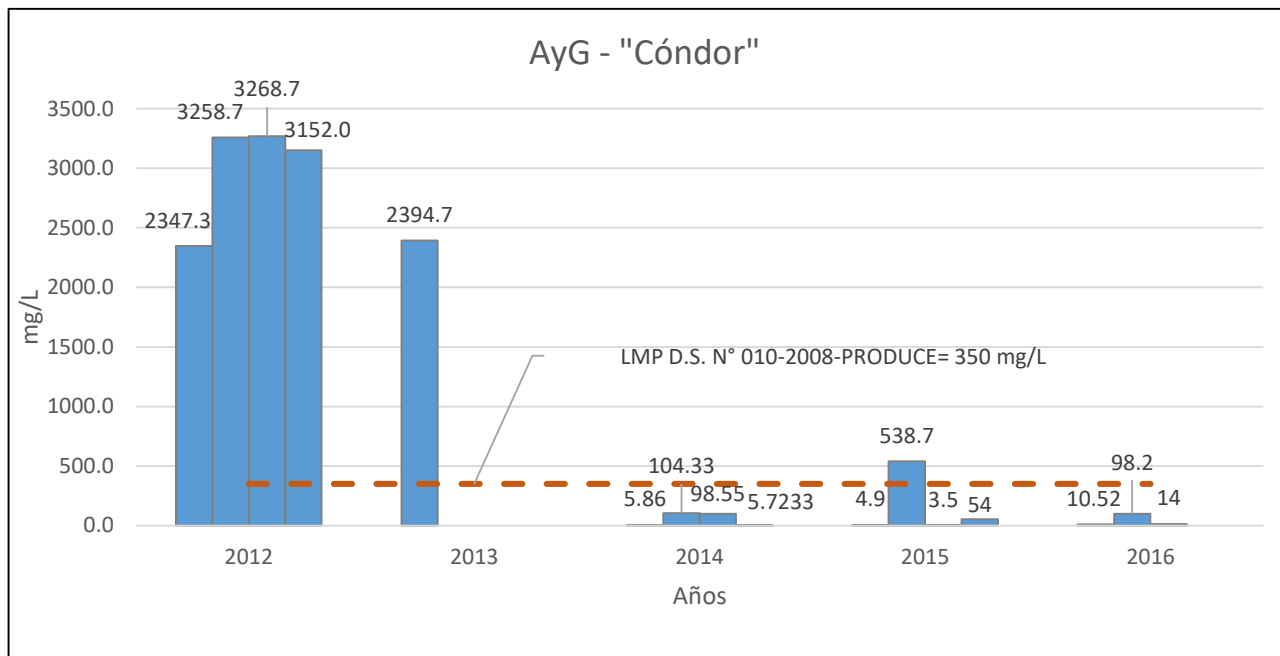
## EIP – CHI: “CONDOR”

Para el parámetro pH del EIP-CHI “Cóndor” se observa que en los monitores realizados en el periodo 2012 - 2016, se cumple con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (pH=5-9), ver Figura 5.



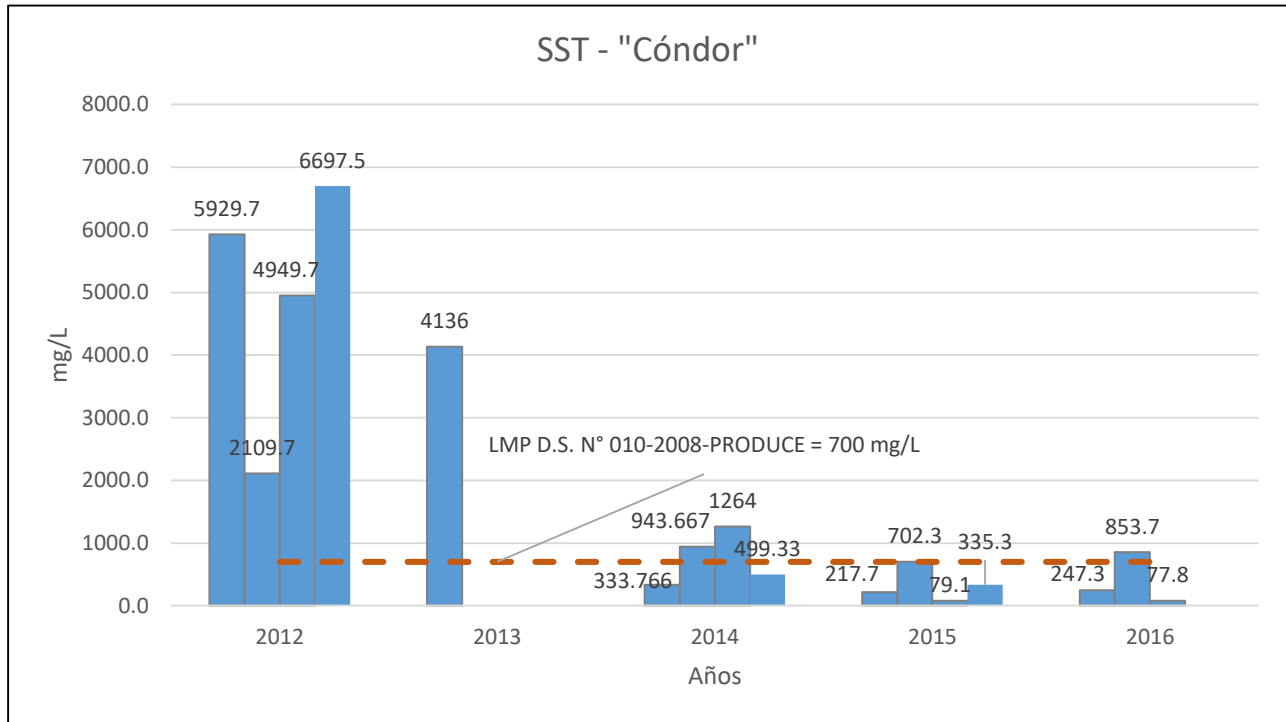
**Figura 5.** Valores de los monitoreos del pH para el EIP “Cóndor” (2012-2016)

Para el parámetro Aceites y Grasas (AyG) del EIP-CHI “Cóndor” se observa que los monitoreos realizados en el 2012 y 2013 no cumplen con los LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (AyG =350 mg/L), sin embargo, durante el periodo 2014 al 2016 los monitoreos realizados si cumplen con el LMP aprobado a excepción de un monitoreo realizado en el 2015, lo que podría sugerir que la empresa “Cóndor” pudo haber tenido problemas con su sistema de tratamiento de efluentes; es necesario mencionar que durante los años 2014 y 2015 se observa notoriamente mejoras tecnológicas en sus tratamientos, que podría deberse a la adaptación de sus tecnologías a fin de dar cumplimiento del Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol, el cual fue aprobado en el año 2012. Ver Figura 6.



**Figura 6.** Valores de los monitoreos del Ay G para el EIP "C333ndor" (2012-2016)

Para el par333metro SST del EIP-CHI "C333ndor" se observa que se han realizado 16 monitoreos durante el periodo 2012 - 2016, donde se aprecia que los monitoreos realizados del 2012 al 2013 no cumplen con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N333 010-2008-PRODUCE (SST=700mg/L), asimismo, 2 monitoreos realizados en el a333o 2014 y uno en el 2016 han superado el LMP vigente; sin embargo, es necesario precisar que a partir el 2014 hay una tendencia a tener un mayor cumplimiento del LMP aprobado, por lo que podr333a deberse a que ha habido una mejora concreta del proceso o del sistema de tratamiento relacionado a la recuperaci3333n de s3333lidos para ser reutilizado en el proceso de producci3333n, ver Figura 7.

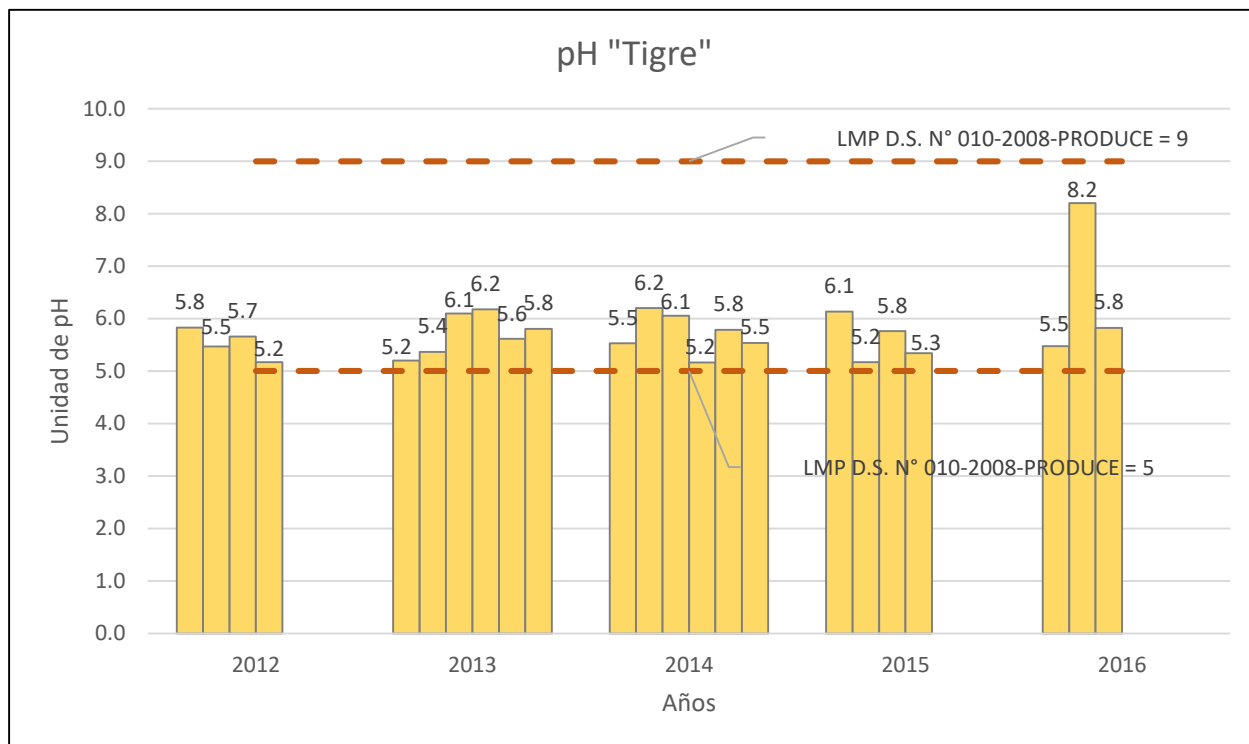


**Figura 7.** Valores de los monitoreos del SST para el EIP "Cóndor" (2012-2016)

Del análisis de las figuras 5, 6 y 7 se evidencia que la calidad de los efluentes generados en el EIP "Cóndor" ha mejorado desde el año 2014, lo cual, puede deberse a una mejora de los componentes de proceso y/o del sistema de tratamiento de efluentes, como parte de las actividades a realizar según lo planteado en el Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol.

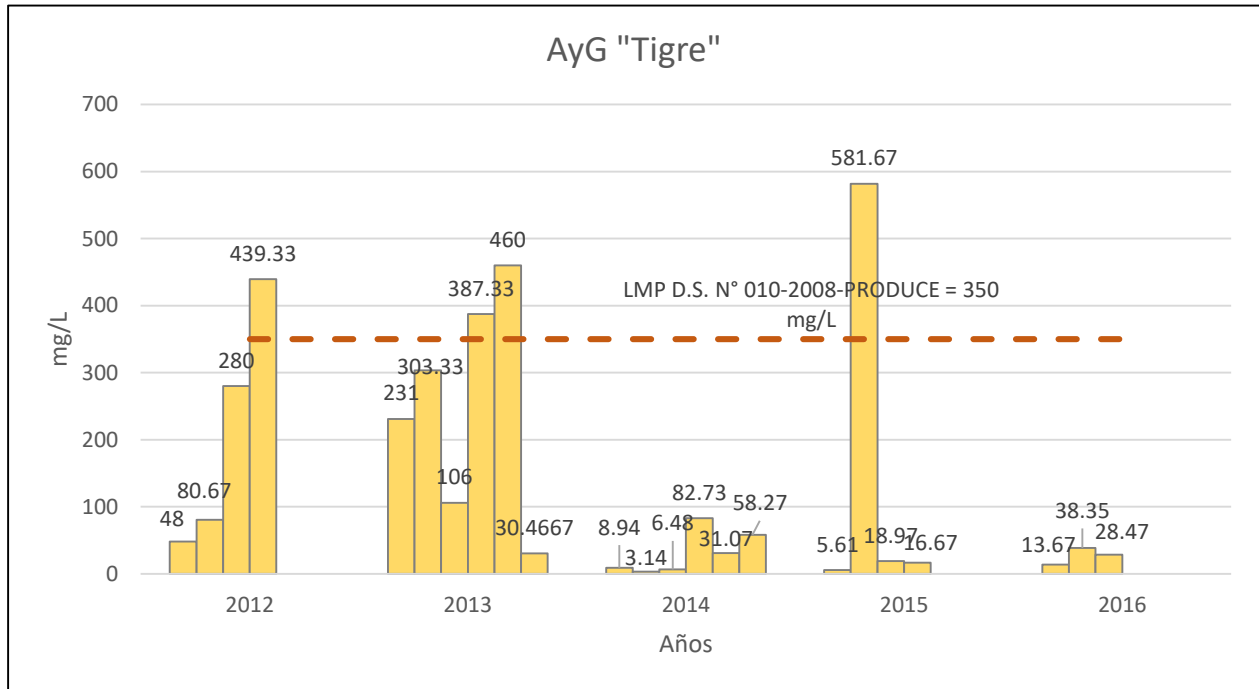
## EIP – CHI: “TIGRE”

Para el parámetro pH del EIP-CHI “Tigre” se observa que en los monitores realizados en el periodo 2012 - 2016, se cumple con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (pH=5-9), ver Figura 8.



**Figura 8.** Valores de los monitoreos del pH para el EIP “Tigre” (2012-2016)

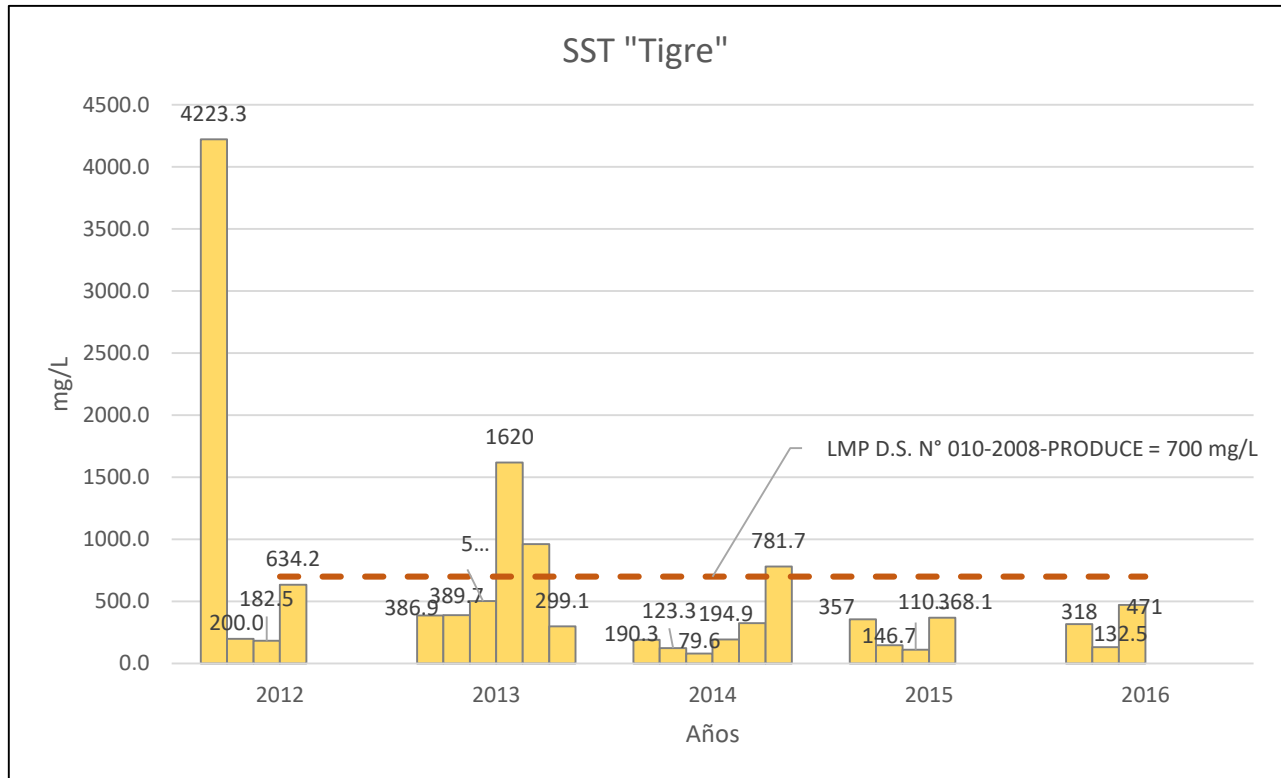
Durante el periodo 2012 – 2016, para el parámetro Aceites y Grasas (AyG) del EIP-CHI “Tigre” se observa que el 87% de los monitoreos realizados durante dicho periodo cumplen con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (AyG =350 mg/L), es necesario mencionar que esto se regulariza notoriamente en el 2014 en adelante, lo que podría deberse a que la empresa ha mejorado su tratamiento de efluentes por innovación, y acorde a las actividades planteadas al Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol; es necesario señalar que durante el 2015 se observa un valor por encima del LMP permitido, lo que podría a algún problema con su sistema de tratamiento, ver Figura 9



**Figura 9.** Valores de los monitoreos de los A y G para el EIP "Tigre" (2012-2016)

Para el parámetro SST del EIP-CHI "Tigre" se observa que el 83% de todos los monitoreos realizados en el periodo 2012 - 2016, cumplen con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (SST=700mg/L), se precisa que el cumplimiento del LMP vigente de este parámetro se nota notoriamente durante el 2014, lo que podría deberse a que

pueden haber realizado algunas mejoras tecnológicas al proceso de producción o a un mejoramiento de su sistema de tratamiento de efluentes, , ver Figura 10.

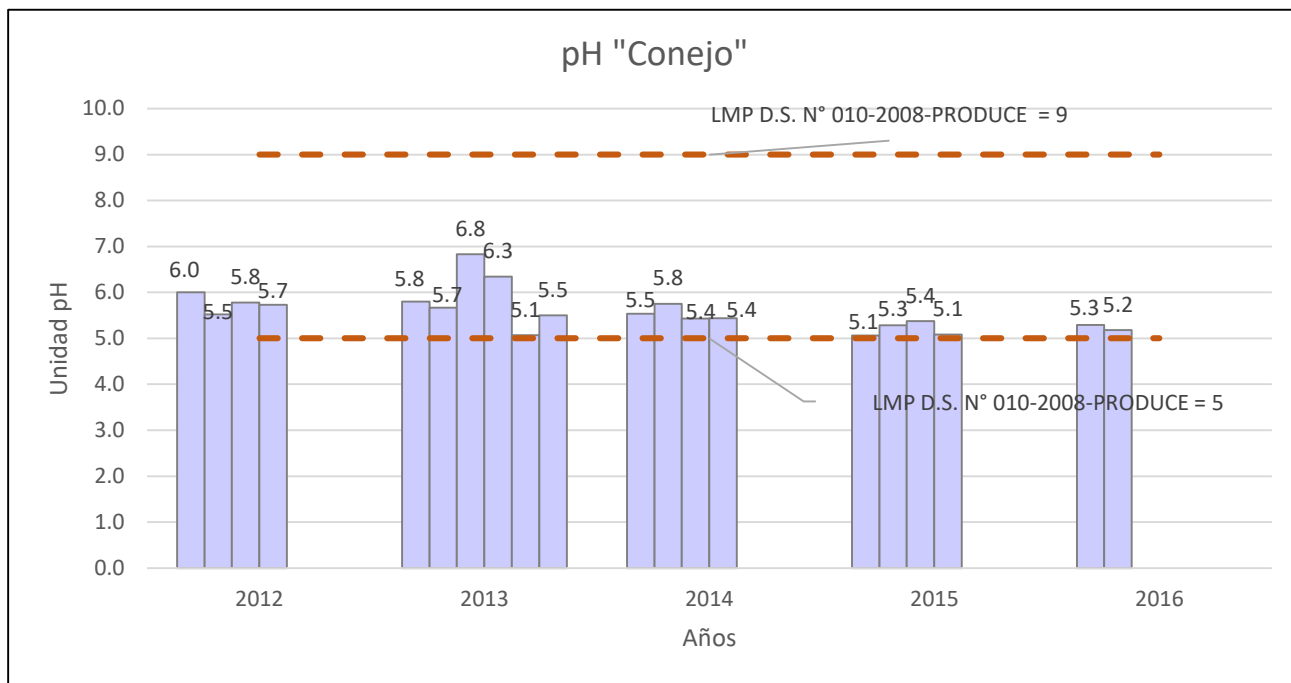


**Figura 10.** Valores de los monitoreos de los SST para el EIP “Tigre” (2012-2016)

Del análisis de las figuras 8, 9 y 10 se evidencia que la calidad de los efluentes generados en el EIP “Tigre” ha mejorado considerablemente desde el año 2015, lo cual, puede deberse a una mejora de los componentes de proceso y/o del sistema de tratamiento de efluentes.

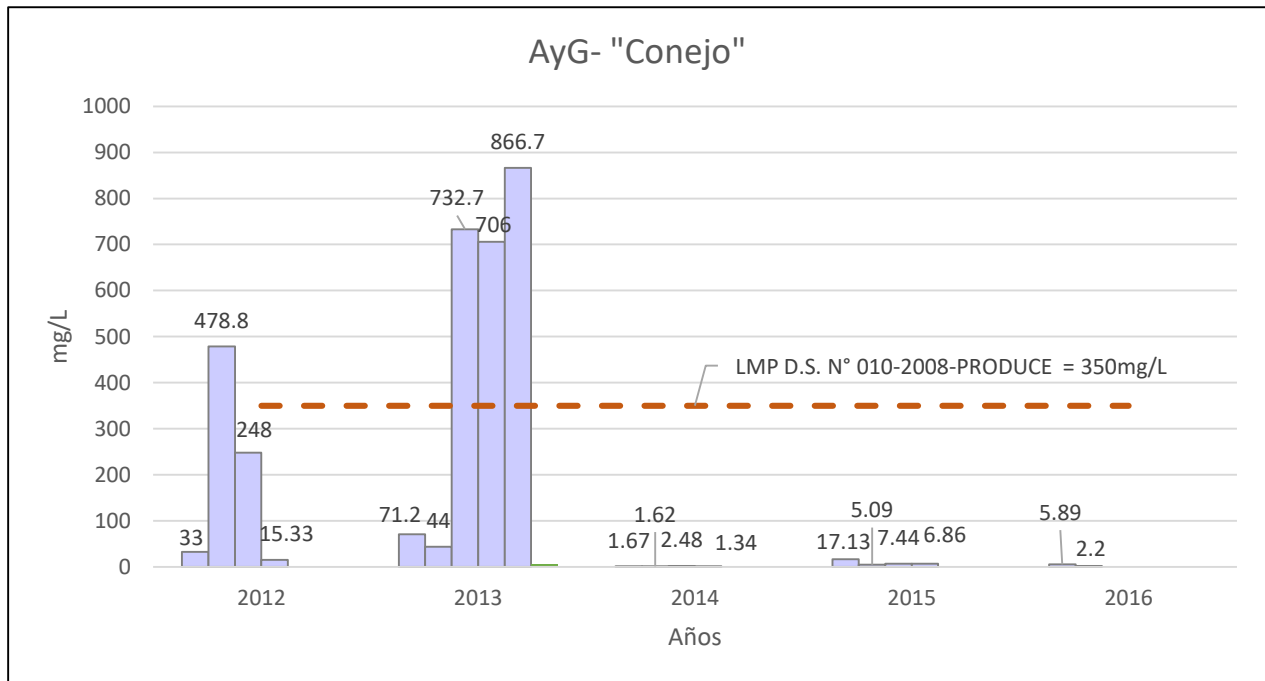
### EIP – CHI: “CONEJO”

Para el parámetro pH del EIP-CHI “Conejo” se observa que en los monitoreos realizados en el periodo 2012 - 2016, se cumple con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (pH=5-9), ver Figura 11.



**Figura 11.** Valores de los monitoreos del pH para el EIP “Conejo” (2012-2016)

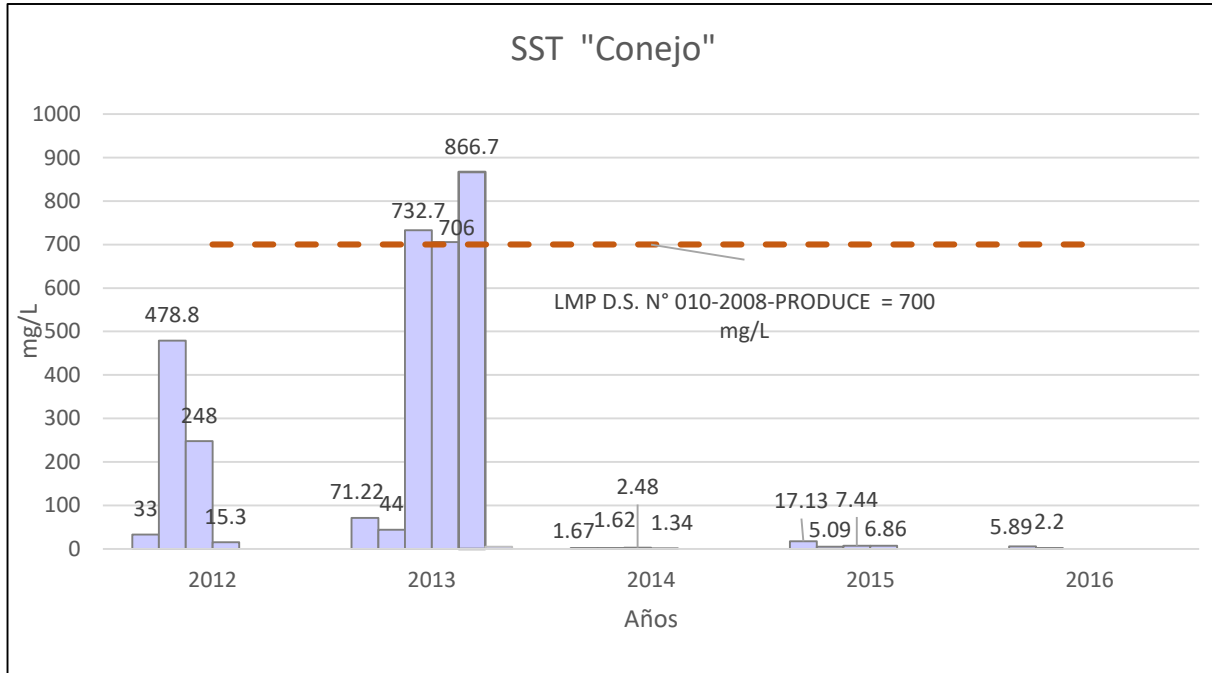
Durante el periodo 2012 – 2016, para el parámetro Aceites y Grasas (AyG) del EIP-CHI “Conejo” se observa que a partir del 2014 los monitoreos realizados cumplen notoriamente con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (AyG =350 mg/L), es necesario mencionar que ese cambio claramente observado podría deberse a que pueden haber realizado algunas mejoras tecnológicas al proceso o a su sistema de tratamiento que esté relacionado a la recuperación de grasas, para producción de aceite, ver Figura 12.



**Figura 12.** Valores de los monitoreos de los AyG para el EIP "Conejo" (2012-2016)

Para el parámetro SST del EIP-CHI "Conejo" durante el periodo 2012 - 2016, los reportes realizados para dicho parámetro cumplen en un 85% con el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (SST=700mg/L), asimismo es necesario precisar que durante el periodo 2014 – 2016 se observa claramente que los valores se encuentran por debajo del LMP lo que indica que podría deberse a una mejora concreta del proceso o del sistema de tratamiento relaciona a la recuperación de sólidos para ser reutilizado en el proceso de producción de harina y aceite de pescado, ver Figura 13.





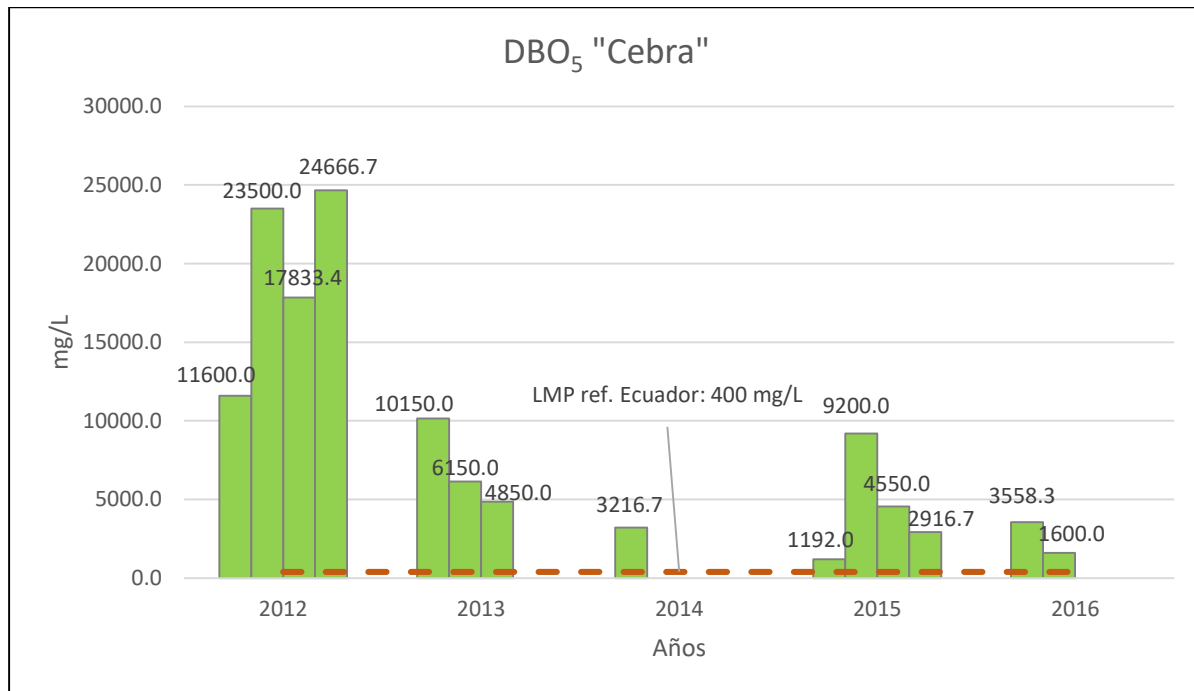
**Figura 13.** Valores de los monitoreos de los SST para el EIP "Conejo" (2012-2016)

Del análisis de las figuras 11, 12 y 13 se evidencia que la calidad de los efluentes generados en el EIP "Conejo" ha mejorado considerablemente desde el año 2014, lo cual, puede deberse a una mejora de los componentes de proceso y/o del sistema de tratamiento de efluentes.

### 4.3.3 Cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana sobre los Límites Máximos Permisibles del parámetro DBO<sub>5</sub> de los monitoreos de efluentes por EIP

#### EIP – CHI: “CEBRA”

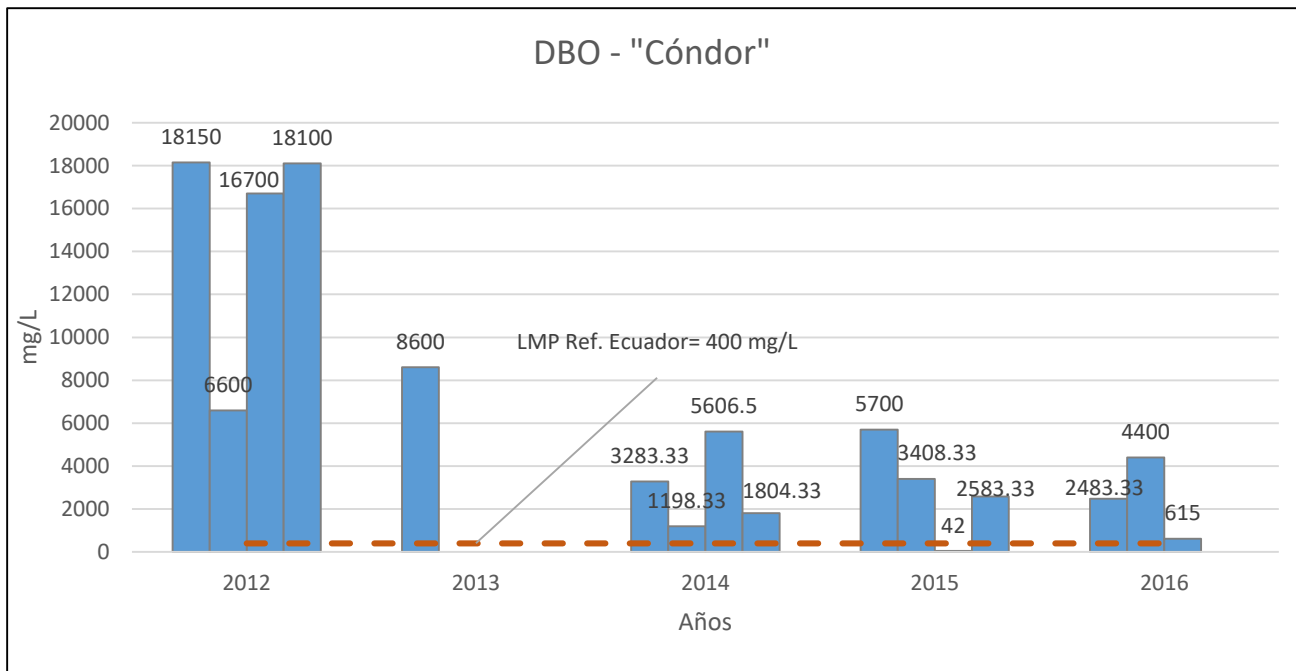
Para el parámetro DBO<sub>5</sub> del EIP-CHI “Cebra” se observa que en los monitores realizados en el periodo 2012 - 2016, no cumplen con lo establecido en el LMP referencial del país de Ecuador (DBO<sub>5</sub>=400 mg/L), puesto que todos los reportes de monitoreo indican valores mayores a 400 mg/L, ver Figura 14.



**Figura 14.** Valores de los monitoreos del DBO 5 para el EIP “Cebra” (2012-2016)

### EIP – CHI: “CONDOR”

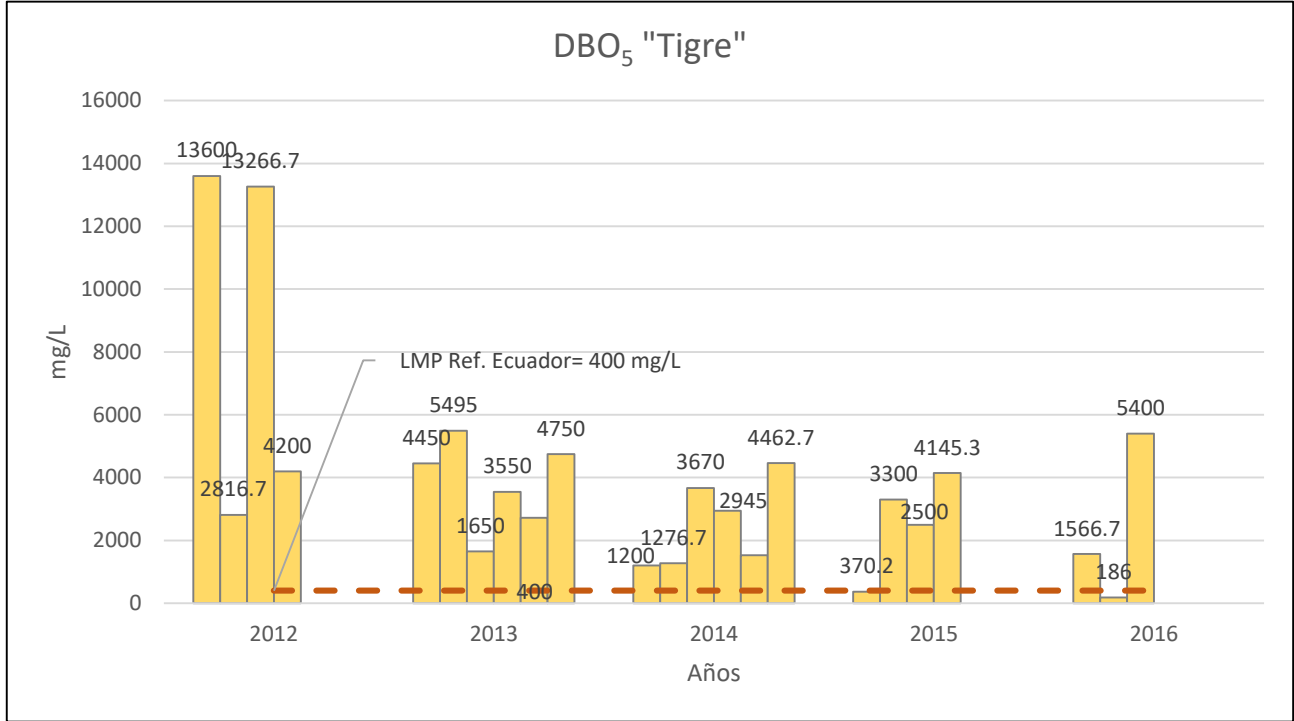
Para el parámetro DBO<sub>5</sub> se observa que en los monitores realizados en el periodo 2012 – 2016 del EIP-CHI “Córdoba”, no cumplen con lo establecido en el LMP referencial del país de Ecuador (DBO<sub>5</sub>=400 mg/L), puesto que todos los reportes de monitoreo indican un valor a 400 mg/L, ver Figura 15.



**Figura 15.** Valores de los monitoreos del DBO 5 para el EIP “Córdoba” (2012-2016)

### EIP – CHI: “TIGRE”

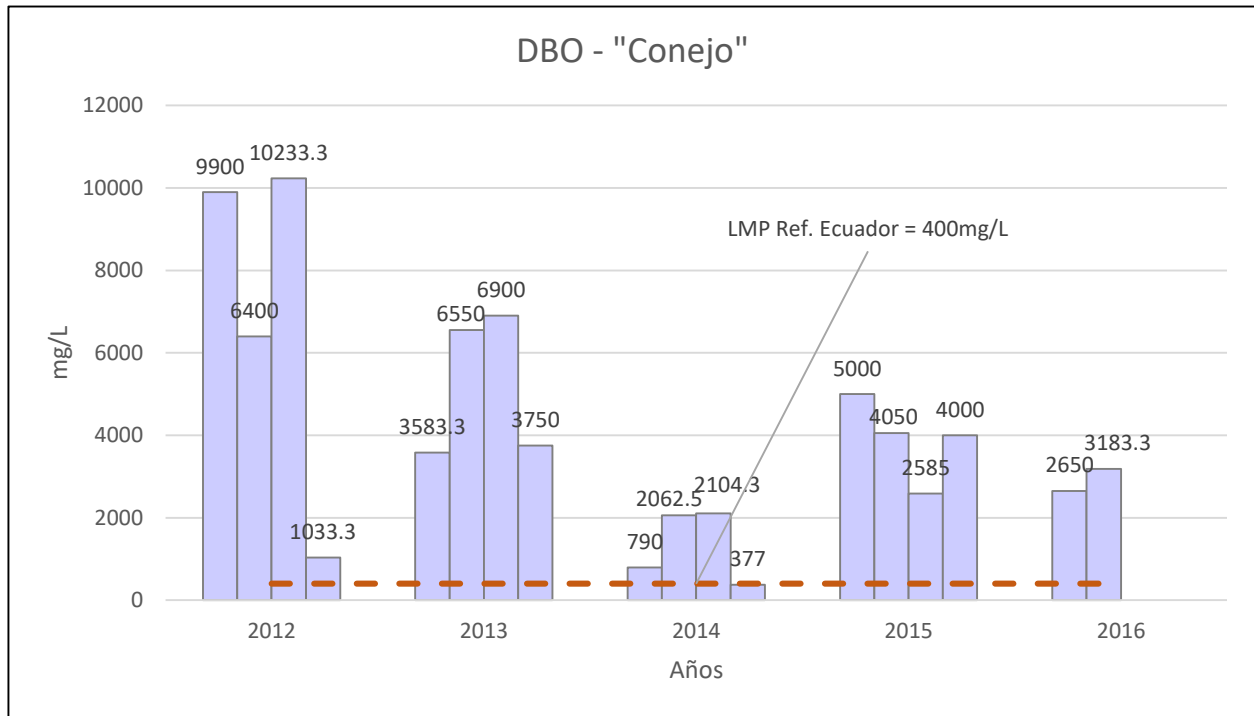
Para el parámetro DBO<sub>5</sub> del EIP-CHI “Tigre” se observa que sólo el 7% de los monitores realizados durante el periodo 2012 - 2016, cumplen con lo establecido en el LMP referencial del país de Ecuador (DBO<sub>5</sub>=400 mg/L), indicando un valor menos a 400 mg/L, ver Figura 16.



**Figura 16.** Valores de los monitoreos del DBO 5 para el EIP “Tigre” (2012-2016)

**EIP – CHI: “CONEJO”**

Para el parámetro DBO<sub>5</sub> del EIP-CHI “Conejo” se observa que sólo uno de los monitores realizados durante el periodo 2012 - 2016, cumplen con lo establecido en el LMP referencial del país de Ecuador (DBO<sub>5</sub>=400 mg/L), indicando un valor menos a 400 mg/L, ver Figura 17.



**Figura 17.** Valores de los monitoreos del DBO 5 para el EIP "Conejo" (2012-2016)

#### 4.3.4 Cumplimiento de la normativa ambiental de los LMP de los promedios anuales de las EIP

En la figura 18 se puede apreciar las concentraciones promedio anual de los parámetros de pH, AyG, SST y DBO<sub>5</sub>, del periodo 2012 - 2016, para los EIP de la Bahía de Chimbote.

En relación al parámetro pH, se observa promedios anuales que cumplen los LMP en todos los años para todas las empresas.

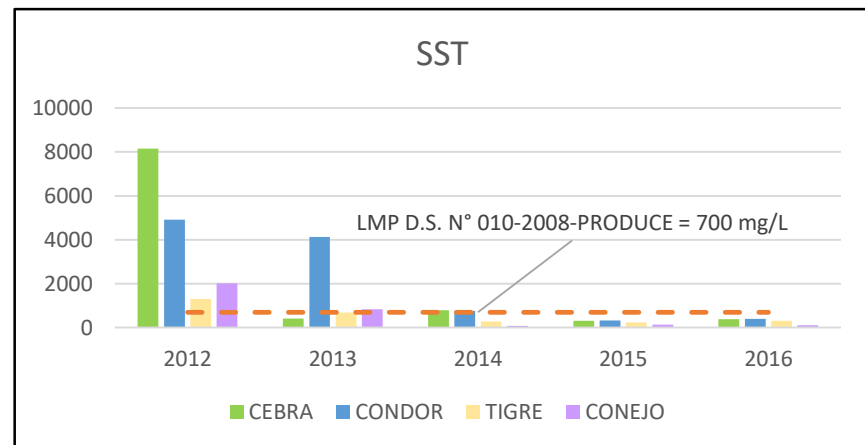
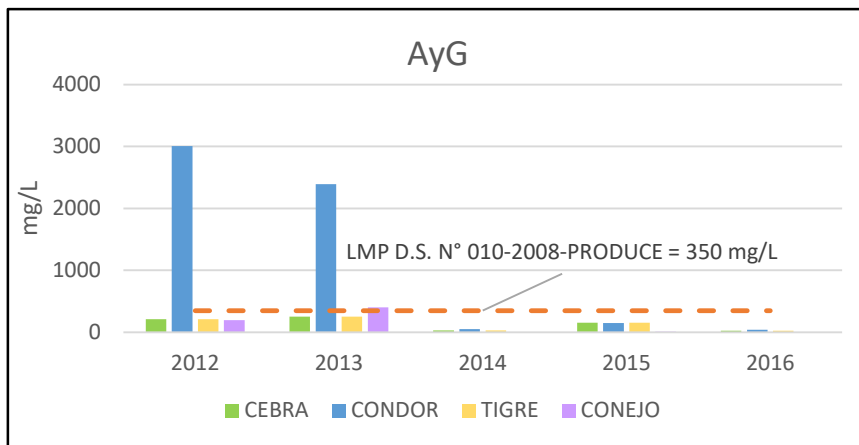
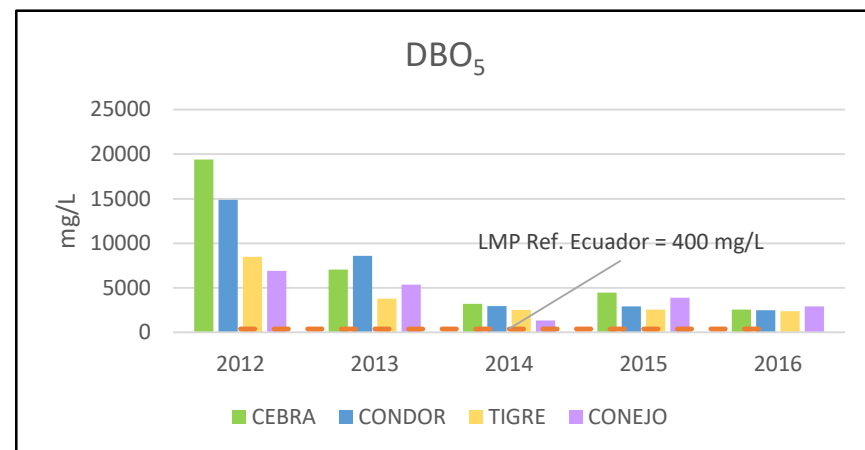
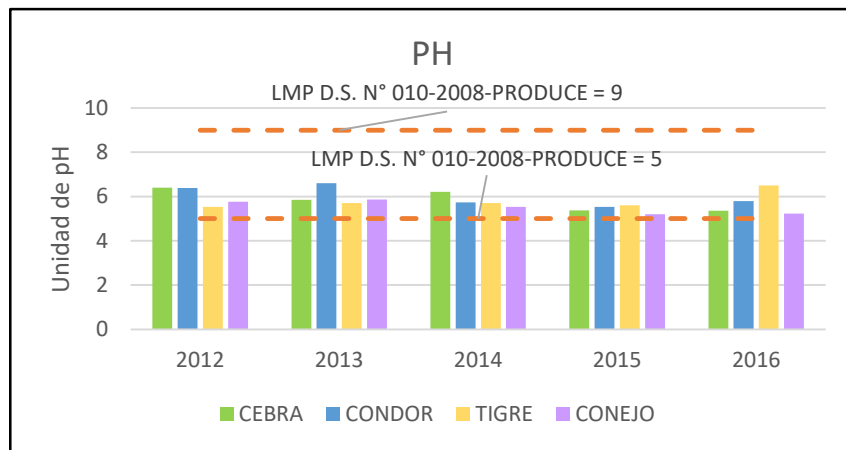
Con respecto al parámetro AyG, se observa que los promedios anuales de las empresas Cóndor y Conejo durante los años 2012 y 2013, no cumplieron con el LMP vigente; sin embargo, a partir del 2014 las 4 empresas han tenido un buen cumplimiento de los LMP establecidos mediante Decreto

Supremo N° 010-2008-PRODUCE, alcanzando el 100 % de cumplimiento a partir de ese año, lo que indica que las empresas evidencian un mejor sistema de tratamiento y eficiencia en su proceso. En relación al parámetro DBO<sub>5</sub>, se observa promedios anuales de las empresas, en general, no cumplen con el LMP referencial del país de Ecuador (DBO<sub>5</sub>=400 mg/L), considerando que no hay cumplimiento para ninguna de las empresas durante el periodo de estudio para esta norma internacional; sin embargo, se puede apreciar que a través de los años se nota una disminución progresiva de los valores del DBO<sub>5</sub>.

Con respecto al parámetro SST, se observa que los promedios anuales de las empresas cumplen con los LMP establecidos mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, teniendo un cumplimiento de 65 % para todos los EIP en el periodo de análisis; sin embargo, se observa que el EIP Cóndor recién a partir del 2014 logra cumplir con el LMP y así sucesivamente para los años siguientes. El EIP Tigre es la empresa que ha reducido considerablemente sus valores de SST durante los últimos años.

Es necesario mencionar que las empresas que obtuvieron valores altos en sus reportes de monitoreo, podría deberse a una alta concentración de sólidos en sus efluentes, lo que es señal de una baja eficiencia del proceso en la producción de harina y aceite de pescado.

Finalmente, se observa que los EIP Cebra, Tigre y Conejo a partir del 2013 alcanzan un mayor cumplimiento de los LMP, a diferencia de la empresa Cóndor que recién empieza a presentar cambios favorables a partir del 2014, lo que podría evidenciar que la empresa está implementado mejoras en su sistema de tratamiento o una mayor eficiencia en su proceso de producción.



**Figura 18.** Concentración Promedio Anual de pH, DBO<sub>5</sub>, AyG y SST en el periodo 2012 - 2016, de los EIP de la Bahía del Ferrol

#### 4.3.5 Porcentaje de Cumplimiento de la normativa ambiental LMP de los reportes de monitoreo de las empresas estudiadas

##### 4.3.5.1 Porcentaje de Cumplimiento de la normativa nacional ambiental LMP de los reportes de monitoreo de las empresas estudiadas

A fin de estimar el grado de cumplimiento de la normativa ambiental nacional vigente de los LMP para los parámetros analizados, en cada una de las empresas estudiadas se determinó el porcentaje promedio de estos cumplimientos durante el periodo 2012 – 2016. Se observa que para el parámetro A y G el EIP “Cebra” presenta un porcentaje de cumplimiento de los LMP del 76.19%, el EIP “Cóndor” un 70.83%, el EIP “Tigre” presenta un 88.40% de cumplimiento y finalmente el EIP “Conejo” presentó un cumplimiento del 88.33%. Asimismo, se determinó el promedio general del grado de cumplimiento de los valores de los reportes de monitoreo en cumplimiento con la normativa ambiental vigente de los LMP para el periodo 2012 – 2016 de los EIP estudiados, siendo este promedio de 80.94%, ver Tabla 7.

**Tabla 7. Porcentaje de cumplimiento de la normativa ambiental “LMP” vigente**

Porcentaje de cumplimiento de los LMP (%)				
EMPRESA	pH	A y G	SST	Promedio (%)
<b>CEBRA</b>	100	64,29	64,29	76,19
<b>CONDOR</b>	100	62,5	50	70,83
<b>TIGRE</b>	100	82,6	82,61	88,40
<b>CONEJO</b>	100	80	85	88,33
		Promedio total (%)		<b>80,94</b>



#### **4.3.5.2 Porcentaje de Cumplimiento de la normativa ecuatoriana ambiental LMP de los reportes de monitoreo de las empresas estudiadas**

En lo que respecta al parámetro DBO y su grado de cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana vigente de los LMP se observa, en general, que las concentraciones de los efluentes tratados no cumplen con lo establecido en la normativa referencial del Ecuador para el periodo 2012 – 2016 de los EIP estudiados.

## V. CONCLUSIONES

1. Los parámetros pH, AyG y SST presentes en los efluentes de los EIP de la Bahía de Chimbote no cumplieron con los LMP en el año 2012 y para el año 2013 solo se cumplió parcialmente con estos LMP; sin embargo, para los años 2014, 2015 y 2016 estos parámetros presentan valores por debajo de los LMP establecidos en la Norma nacional vigente D.S. N° 010-2008-PRODUCE.
2. En términos de porcentaje, para cada parámetro analizado el grado de cumplimiento de los cuatro EIP respecto de la normativa ambiental vigente es el siguiente: El pH cumple con los LMP en un 100%, AyG presenta un grado de cumplimiento entre el 62.5 y 80% y los SST presentan un grado de cumplimiento entre el 50 y 85%.
3. El grado de cumplimiento de la normativa nacional ambiental para los LMP de los parámetros analizados para cada una de las empresas estudiadas es el siguiente: Cebra, Cóndor, Tigre y Conejo presentan un porcentaje de cumplimiento ambiental vigente del 76.19%, 70.83%, 88.40 y 88.33% respectivamente. La empresa Tigre es el EIP que presenta un mayor porcentaje de cumplimiento.
4. El parámetro DBO<sub>5</sub>, para el cual se ha tomado como referencia la normativa de Ecuador (DBO<sub>5</sub>=400 mg/L), los valores reportados por los EIP en sus efluentes no cumplen con la normativa vigente en ese país.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. A fin de cumplir con lo establecido en el D.S. N° 010-2008-PRODUCE sobre los LMP del sector, se debe realizar estudios de los sistemas de tratamiento de efluentes aplicados por los EIP con la finalidad de evaluar su mejora tecnológica, principalmente para el EIP Cónдор, que contando con la más alta capacidad de producción presenta el menor grado de cumplimiento de la calidad de los efluentes.
2. Las empresas deben cumplir con realizar el número de muestreos establecido en el protocolo de monitoreo de efluentes aprobado mediante R.M. N° 061-2016-PRODUCE con la finalidad de contar con mayor información sobre la calidad de sus efluentes.
3. Es necesario realizar estudios del cuerpo marino receptor con relación a los parámetros estudiados (pH, DBO<sub>5</sub>, AyG y SST), a fin de evaluar la influencia de los efluentes provenientes de las EIP en la calidad del cuerpo de agua.
4. Considerar en la normativa nacional ambiental los límites máximos permisibles (LMP) para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) presente en los efluentes de los EIP.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alcayhuaman, R.; Yaya, R. (1997) Impacto ambiental y reutilización de residuos en la industria de harina de pescado. Tesis para optar el título de Ingeniero sanitario. Universidad Nacional de Ingeniería. 115p. Lima, Perú
2. Álvarez, F. (2000) La situación crítica de la pesquería industrial del Perú y alternativas de solución. 63p. Lima, Perú
3. Autoridad Nacional del Agua (2011) R.J. 182 -2011-ANA Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de en cuerpo naturales de agua superficial, Perú
4. Autoridad Nacional del Agua (2011) Resolución Directoral N° 177-2011-ANA-DGCRH Aprobación de vertimientos de aguas residuales de APROCHIMBOTE, Perú
5. Barrera, C. (1987) Guía de Saneamiento Básico Industrial. 1ra Edición. México
6. Basterrechea, M. (1997) El lago de Amatitlán, década de estudios limnológicos, 1985 – 1995. Academia de ciencias médicas, físicas y naturales de Guatemala, Guatemala
7. Carranza, C. (1999) Compatibilidad ambiental de la industria de harina de pescado en Paracas –Pisco. 56p. Perú
8. 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.118p, Perú
9. Coronado N. (2018) Análisis Temporal de parámetros físico-químicos de calidad de efluentes en establecimientos industriales pesqueros – Bahía del Callao (Periodo 2012-2016). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
10. Costa G. y Denegri C. (2015). Evaluación de la gestión de la calidad y propuesta de mejora para la línea de harina de pescado de la empresa Corporación Nutrimar S.A.C. – Universidad Nacional Agraria la Molina. 4-7p Perú
11. CONAM (Consejo Nacional del Ambiental). (1998) Bahía “El Ferrol” Diagnóstico ambiental. 71 p. Perú

12. Elías, X. (2012) Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. Segunda edición. Madrid. 175 p.
13. Espinoza, J. (2014) Gestión de los efluentes líquidos generados en la planta de Harina y Aceite de pescado, de la empresa Corporación PFG – Centinela SAC. Trujillo - Perú
14. FAO. (2001) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.
15. FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma
16. Farro, H. (1996). Industria Pesquera. 297 p, Perú. Edit. Industrial Grafica.
17. Grados L. (1996). Análisis de Riesgos y Puntos de Control Crítico (HACCP) y su Aplicación Práctica en la Industria de Harina de Pescado. Colegio de Ingenieros del Perú. Lima-Perú.
18. Guillén, O.; Cárcamo, E.; Arévalo, W.; Iglesias, S. (1998). Monitoreo e Impacto Ambiental de la Contaminación de la Bahía Ferrol. 13p. Lima, Perú.
19. Instituto del Mar del Perú – IMARPE (1996). Evaluación de la contaminación marina en la Bahía Ferrol, Chimbote. 37 p. Perú
20. Instituto del Mar del Perú - IMARPE. (2010). Informe nacional sobre el estado del ambiente marino del Perú. Callao, Perú. 178 p. Perú
21. Instituto Nacional de Estadística - INEI (2015). Producción Nacional, abril del 2015. Informe técnico N°6 junio del 2015. Lima, Perú. 51 p. Perú
22. Instituto Nacional de Estadística - INEI (2015). Producción Nacional, marzo del 2016. Informe técnico N°5- mayo 2016. Lima, Perú. 3p Perú
23. Instituto Nacional de Estadística - INEI (2015). Producción Nacional, julio del 2016. Informe técnico N°9- setiembre 2016. Lima, Perú.
24. 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. 142 p. Perú
25. Landeo, G.; Ruiz, A.1996. Producción de harina de pescado. Libro relacionado a la industria de harina de pescado. Perú

26. León, R. 2006. Evaluación de los sistemas de tratamiento y disposición final de efluentes de la industria pesquera en la bahía de Paita, Piura – Perú. Tesis para optar el título de Magíster en Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Piura. 82p Perú
27. Ministerio del Ambiente-MINAM (2008). Decreto Supremo N° 002-2008. Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. 12 p. Perú
28. Ministerio del Ambiente-MINAM (2009). Resolución Suprema N° 004-2012-MINAM. Aprueban el Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol, elaborado por la Comisión Técnica Multisectorial de Alto Nivel, constituida mediante D.S. N° 005-2002-PE; Perú
29. Ministerio del Ambiente-MINAM (2012). Resumen Ejecutivo: Identificación de Fuentes de Contaminación en la Bahía el Ferrol. Perú
30. Ministerio de la Producción – PRODUCE (1992). La Ley General de Pesca – Decreto Ley 25977. 15p. Perú
31. Ministerio de la Producción – PRODUCE (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. 39 p. Perú
32. Ministerio de la Producción – PRODUCE (2008). Decreto Supremo N° 010-2008. Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias. 3 p. Perú
33. Ministerio de la Producción – PRODUCE (2009). Oficio N° 1103-PRODUCE/SG del 02.06.2009. 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 (LMP). Perú.
34. Ministerio de la Producción – PRODUCE (2016) Resolución ministerial N° 061-2016. Protocolo para Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto. 31p. Perú
35. Navarrete O. (2011). Oneproceto: Proceso Productivo Agroindustrial y Pesquero Ica – Perú. Disponible en <http://oneproceto.webcindario.com/indexpro2.html>

36. Pizardi, C. 1992. Producción de Harinas Especiales. Seminario: Tecnología Moderna en la Elaboración de Harina de Pescado. Colegio de Ingenieros del Perú.
37. Primo, E. (2007). Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria. Volumen 2. 930 p. España
38. Sánchez, A. (2011). Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable. Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAT. 330 p. México.
39. Sociedad Nacional de Pesquería- SNP. (2008). Libro de Oro de la Pesquería Peruana. Perú. Editorial Sociedad Nacional de Pesquería

## VIII. ANEXO

### Anexo 1. Datos de los parámetros monitoreados de la EIP “Cebra”

EIP “CEBRA”					
N°	Fecha de Muestreo	pH	DBO	AyG	SST
1	6/01/2012	6.4667	11600	1169.33	8250
2	15/05/2012	6.5	23500	6568	11789
3	5/06/2012	6.43667	17833.35	3033.33	4369.667
4	13/07/2012	6.2	24666.667	4404	8184
5	30/05/2013	5.93667	10150	382	485.2
6	21/11/2013	6.1267	6150	8.4	391.5
7	2/12/2013	5.51	4850	55.1	384.933
8	7/01/2014	6.21667	3216.667	8.333	792
9	10/04/2015	5.443	1192	6.69667	343
10	6/05/2015	5.213	9200	4.223	380
11	25/11/2015	5.24	4550	11.93667	285.33
12	10/12/2015	5.62667	2916.667	19.78	269.433
13	5/01/2016	5.27667	3558.333	29.9	218.667
14	21/11/2016	5.45667	1600	30.533	549.90667



**Anexo 2. Datos de los parámetros monitoreados de la EIP “Cóndor”**

EIP “CONDOR”					
<b>N°</b>	<b>F. de Muestreo</b>	<b>pH</b>	<b>DBO</b>	<b>AyG</b>	<b>SST</b>
<b>1</b>	3/01/2012	6.6167	18150	2347.33	5929.667
<b>2</b>	7/05/2012	6.2667	6600	3258.667	2109.667
<b>3</b>	7/06/2012	6.25667	16700	3268.667	4949.667
<b>4</b>	12/07/2012	6.43	18100	3152	6697.5
<b>5</b>	8/01/2013	6.6067	8600	2394.667	4136
<b>6</b>	2/01/2014	5.56667	3283.33	5.86	333.766
<b>7</b>	4/05/2014	5.84	1198.33	104.33	943.667
<b>8</b>	13/06/2014	5.705	5606.5	98.55	1264
<b>9</b>	3/08/2014	5.84	1804.33	5.7233	499.33
<b>10</b>	14/04/2015	5.083	5700	4.87	217.667
<b>11</b>	15/05/2015	5.1	3408.33	538.667	702.33
<b>12</b>	30/11/2015	5.963	42	3.5	79.1233
<b>13</b>	10/12/2015	5.993	2583.33	54	335.33
<b>14</b>	5/01/2016	5.7911	2483.33	10.52	247.33
<b>15</b>	20/07/2016	5.3367	4400	98.2	853.667
<b>16</b>	9/09/2016	6.03	615	14	77.75

**Anexo 3. Datos de los parámetros monitoreados de la EIP “Tigre”**

EIP “TIGRE”					
<b>N°</b>	<b>F. de Muestreo</b>	<b>pH</b>	<b>DBO</b>	<b>AyG</b>	<b>SST</b>
<b>1</b>	2/01/2012	5.83	13600	48	4223.33
<b>2</b>	23/05/2012	5.4667	2816.667	80.667	200.0267
<b>3</b>	13/06/2012	5.66	13266.667	280	182.5
<b>4</b>	19/07/2012	5.1733	4200	439.33	634.20667
<b>5</b>	16/01/2013	5.2	4450	231	386.933
<b>6</b>	29/05/2013	5.3667	5495	303.33	389.733
<b>7</b>	20/06/2013	6.1	1650	106	504
<b>8</b>	5/07/2013	6.1767	3550	387.33	1620
<b>9</b>	18/11/2013	5.6133	2716.667	460	962
<b>10</b>	5/12/2013	5.8067	4750	30.4667	299.0667
<b>11</b>	2/01/2014	5.533	1200	8.94	190.33
<b>12</b>	26/04/2014	6.203	1276.667	3.1367	123.33
<b>13</b>	16/05/2014	6.0567	3670	6.4767	79.633
<b>14</b>	3/06/2014	5.163	2945	82.7333	194.93333
<b>15</b>	23/06/2014	5.7867	1533.33	31.0667	324.5667
<b>16</b>	10/07/2014	5.5367	4462.667	58.267	781.667
<b>17</b>	10/04/2015	6.1367	370.2067	5.6133	357
<b>18</b>	6/05/2015	5.173	3300	581.667	146.667
<b>19</b>	19/11/2015	5.76	2500	18.9667	110.833
<b>20</b>	2/12/2015	5.34	4145.3333	16.66667	368.13333
<b>21</b>	3/01/2016	5.473	1566.667	13.667	318
<b>22</b>	29/03/2016	8.2	186	38.35	132.5
<b>23</b>	16/11/2016	5.823	5400	28.467	471

**Anexo 4. Datos de los parámetros monitoreados de la EIP “Conejo”**

EIP “CONEJO”					
<b>N°</b>	<b>F. de Muestreo</b>	<b>pH</b>	<b>DBO</b>	<b>AyG</b>	<b>SST</b>
<b>1</b>	5/01/2012	6	9900	33	6542.5
<b>2</b>	14/05/2012	5.5233	6400	478.8	1016.33
<b>3</b>	8/06/2012	5.776667	10233.3333	248	364.333
<b>4</b>	12/07/2012	5.73	1033.333	15.33	147.8333
<b>5</b>	14/01/2013	5.8	3583.33	71.2167	162.133
<b>6</b>	22/05/2013	5.667	6550	44	178
<b>7</b>	24/06/2013	6.8333	6900	732.667	973.1733
<b>8</b>	5/07/2013	6.3433	3750	706	1600
<b>9</b>	15/11/2013	5.0667	4335	866.667	1851.33
<b>10</b>	3/12/2013	5.5	7100	4.86	237.8667
<b>11</b>	7/01/2014	5.5333	790	1.667	89.51667
<b>12</b>	12/05/2014	5.75	2062.5	1.62	86.4
<b>13</b>	6/06/2014	5.43	2104.33	2.47667	92.4
<b>14</b>	2/07/2014	5.435	377	1.34	64.7
<b>15</b>	14/04/2015	5.06	5000	17.1333	171.667
<b>16</b>	6/05/2015	5.2833	4050	5.08667	148.33
<b>17</b>	20/11/2015	5.376	2585	7.44	161.1667
<b>18</b>	9/12/2015	5.083	4000	6.8633	62.467
<b>19</b>	5/01/2016	5.293	2650	5.893	73.633
<b>20</b>	21/06/2016	5.18	3183.33	2.2	132.667

### Anexo 5. Fechas de temporadas de producción en la región norte y centro 2012-2016

AÑOS	TEMPORADAS	PERIODOS	
		Inicio	Término
2012	1ra	02/05/2012	31/07/2012
	2da	22/11/2012	31/01/2013
2013	1ra	17/05/2013	31/07/2013
	2da	12/11/2013	31/01/2014
2014	1ra	23/04/2014	31/07/2014
	2da		Veda
2015		09/04/2015	30/06/2015
	1ra	30/06/2015	31/07/2015 (*)
	2da	17/11/2015	31/01/2016
2016	1ra	27/06/2016	27/07/2016
	2da	14/11/2016	26/01/2017

(\*) Ampliación de la temporada de producción  
 Elaboración propia  
 Fuente: Diario El Peruano