



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Escuela de Posgrado

**Tratamiento de efluentes de limpieza en la producción de harina
y pescado en la planta pesquera Don Americo – Carquin 2022**

Tesis

Para optar el Grado Académico de Maestro en Ecología y Gestión Ambiental

Autor

Robilson Dante Huerta Reyes

Asesor

Dra. Fanny Del Pilar Lomparte Ramos

Huacho - Perú

2023

TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LIMPIEZA EN LA PRODUCCION DE HARINA Y PESCADO EN LA PLANTA PESQUERA DON AMERICO – CARQUIN 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	condorchem.com Fuente de Internet	2%
3	renatiqa.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
5	franchiasoc.com.ar Fuente de Internet	1%
6	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	Miranda Alcibar Luis Arturo. "Evaluación técnica, económica y ambiental de la opción de acoplar un humedal artificial a una ptar de lodos activados para obtener agua apta para cuerpo receptor tipo B", TESIUNAM, 2018	1%

DEDICATORIA

A mis familiares y amigos, quienes han sido parte de mi desarrollo tanto personal como profesional lo cual me permitió mirar siempre hacia adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mi familia y a mis docentes, quienes han sabido guiarme durante el tiempo de estudio de esta maestría.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE	4
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCION	9
I. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. Descripción de la realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema	11
1.2.1. Problema general	11
1.2.2. Problemas específicos	12
1.3. Objetivos de la investigación	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos	12
1.4. Justificación de la investigación	12
1.5. Delimitaciones del estudio	13
1.6. Viabilidad del estudio	13
II. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes de la investigación	14
2.1.1. Investigaciones Internacionales	14
1.1.1. Investigaciones nacionales	15
1.2. Bases teóricas	17
N°	20
Efluentes	20
m3/año	20
1	20
Planta evaporadora	20
1000.00	20
2	20
Cocinador	20
240.00	20
3	20
Centrífugas	20

159.00	20
4	20
Prensas	20
100.00	20
5	20
Equipos PAMA	20
2400.00	20
6	20
Limpieza sala de procesos	20
5450.00	20
TOTAL	20
9349.00	20
2.3. Definición de términos básicos	23
2.4. Hipótesis de investigación	24
2.4.1. Hipótesis general	24
2.4.2. Hipótesis específicas	24
2.5. Operacionalización de variables	25
3. Metodología	26
3.2. Diseño metodológico	26
3.3. Población y muestra	26
3.3.1. Población	26
3.3.2. Muestra	26
3.4. Técnicas de recolección de datos	32
3.5. Técnicas para el procesamiento de la información	32
II. CAPÍTULO IV: RESULTADOS	33
2.1. Análisis de resultados	33
2.2. Contrastación de la hipótesis	38
III. CAPÍTULO V: DISCUSION	42
3.1. Discusión de resultados	42
IV. CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
4.1. Conclusiones	43
4.2. Recomendaciones	44
V. CAPÍTULO VII: REFERENCIAS	45
5.1. Fuentes electrónicas	45

RESUMEN

El presente estudio denominado “Tratamiento de efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado en la planta pesquera Don Américo – Carquín 2022”, tiene como principal objetivo, determinar si el tratamiento de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado, cumplen con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022. La investigación es de tipo observacional, prospectivo, longitudinal, con un diseño metodológico descriptivo. El muestreo se realiza a la salida de cada operación unitaria del tratamiento. Para el procesamiento de datos, se emplea tablas y gráficos descriptivos, los cuales presentan los límites máximos permisibles para cada parámetro, concluyendo que, El tratamiento de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado no cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022, puesto que sus valores son mayores a los establecidos en el D.S. N° 010-2008- PRODUCE tanto en el tratamiento primario como secundario de efluentes de limpieza.

Palabras clave: Impacto ambiental, efluentes, harina de pescado, tratamiento primario, tratamiento secundario.

ABSTRACT

The present study called "Treatment of cleaning effluents in the production of fishmeal and fish oil in the Don Américo - Carquín 2022 fishing plant", has as its main objective, to determine if the treatment of cleaning effluents in the production of fishmeal and fish oil, comply with the maximum permissible limits in the Pesquera Don Américo S.A.C. 2022. The research is observational, prospective, longitudinal, with a descriptive methodological design. Sampling is carried out at the exit of each unitary treatment operation. For data processing, descriptive tables and graphs are used, which present the maximum permissible limits for each parameter, concluding that, The treatment of cleaning effluents in the production of fishmeal and fish oil does not comply with the maximum permissible limits. at the Pesquera Don Américo S.A.C. 2022, since its values are higher than those established in D.S. N° 010-2008-PRODUCE both in the primary and secondary treatment of cleaning effluents.

Keywords: Environmental impact, effluents, fishmeal, primary treatment, secondary treatment.

INTRODUCCION

El crecimiento industrial no planificado, el uso de tecnologías obsoletas y la falta de políticas estrictas son algunos de los factores responsables del nivel de contaminación ambiental. Actualmente, existen normativas a nivel nacional para todo tipo de emisiones y efluentes, y, es un deber de las organizaciones cumplir dicha normativa a fin de conservar nuestro medio ambiente.

A nivel industrial, es frecuente el uso de compuestos químicos que, al ser vertidos al mar, representan un peligro para las especies pues se acumulan en altas concentraciones en los tejidos de plantas y animales marinos, dichos contaminantes forman parte de los efluentes producto del procesamiento, en este caso, de anchoveta para la producción de harina y acetite de pescado, que tienen una composición inicial distinta al agua de mar, de manera que si se vierte directamente genera alteraciones, a causa de la temperatura de los efluentes, pues la mayoría de los organismos tienen necesidades específicas de temperatura y sus patrones de comportamiento y reproducción pueden verse afectados.

Así también, la turbiedad del agua, por lo que la luz del sol no puede llegar al fondo de los cuerpos de agua, por lo tanto, se impide el proceso de fotosíntesis, etc. Por ello, es necesario realizar un tratamiento previo de dichos efluentes de tal manera que no genere un desequilibrio en la bahía que es la que provee de materia prima para la producción.

A nivel nacional, según el INEI, en el año 2019 los vertimientos de aguas residuales industriales autorizadas ascendieron a 192 millones 724 mil metros cúbicos, disminuyendo en 63,1% respecto al año anterior (522 millones 337 mil metros cúbicos). (INEI, 2020), lo cual indica una preocupación por parte de las industrias en general de reutilizar el agua proveniente de sus procesos para evitar la contaminación y aumentar su rentabilidad.

I. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I.1. Descripción de la realidad problemática

La pesca de anchoveta en el Perú solo está permitida capturar para el consumo humano indirecto (harina de pescado) el 35% de la biomasa y dejar el 65% para una adecuada reproducción de la biomasa. (fuente: IMARPE), las cuotas de pesca permiten que el sector pesquero no solo sea productor sino como soporte de medio de vida, cultura y proteger mejor el medio ambiente.

La bahía de Carquín, ubicada en el distrito de Caleta de Carquín en la provincia de Huaura, ubicada en el departamento de Lima en la costa central del Perú, el distrito cuenta con dos (2) plantas de procesamiento de harina de pescado y la actividad extractiva para el consumo humano.

La empresa Pesquera PDA se encuentra ubicada en la bahía de Carquín y cuenta con su propio sistema de tratamiento de efluentes PAMA, la cual permite cumplir la normativa ambiental de los límites máximo permisibles de acuerdo Decreto Supremo N°010-2008-MINAM, pero en el caso de los efluentes de limpieza generados por la actividad del proceso productivo, limpieza de equipos, pisos y canaletas pasan por un tratamiento previos, pero sin el seguimiento y control adecuado antes de ser vertido al cuerpo marino. Estos efluentes por sus características físico-químicas contienen remanente de residuos productos químicos de limpieza (soda, ácido y detergente), partículas de sólidos y grasas del proceso, la cual ocasionaría daño al ecosistema de la bahía de Carquín si no se aplica un adecuado tratamiento de los sólidos y agua. Los sólidos recuperados del tratamiento que en su composición química contiene sólidos 65%, Grasa 1.2% e impurezas 38.8%, por el alto contenido de impurezas y carga bacteriana este sólido no puede ser adicionados al proceso productivo de harina de pescado, es separado para su disposición final por una EPS. Las aguas recuperadas con

sólidos de 0.15%, grasa 0.3%, ph > 9, el tratamiento del efluente no tiene un adecuado control antes de ser vertidos al mar de los efluentes de limpieza ocasionaría la mortandad de los peces debido a la reducción del oxígeno en el agua de mar. Los principales efectos de la eutrofización en cuerpos de agua son: Aumento de la productividad y biomasa y composición de algas, cianobacterias y plantas vasculares. Cambios en las especies de algas, las cuales pueden ser tóxicas o no comestibles por los herbívoros presentes en el sistema acuático. Smith y Schindler (2009).

Una acidificación por debajo de 6.5 o una alcalinización por encima de 8.5 causaría cambios y deterioro en la flora y fauna marina. Las infecciones a la población relacionadas con problemas gastrointestinales e impacto visual por la presencia de sólidos en suspensión y grasa(espumas).

Frente a este problema es necesario evaluar y plantear acciones para que los parámetros o valores para su vertimiento al cuerpo marino receptor, se adecuen a los límites máximos permisibles para cada parámetro, un control continuo del % de sólidos y grasa, mediciones del Ph antes del vertimiento al cuerpo marino receptor, entre otros.

I.2. Formulación del problema

I.2.1. Problema general

¿ En qué medida el tratamiento de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado, cumplen con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022?

I.2.2. Problemas específicos

¿ En qué medida el tratamiento primario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado, cumplen con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022?

¿En qué medida el tratamiento secundario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado, cumplen con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022?

I.3. Objetivos de la investigación

I.3.1. Objetivo general

Determinar si el tratamiento de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado, cumplen con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

I.3.2. Objetivos específicos

Determinar si el tratamiento primario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado, cumplen con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

Determinar si el tratamiento secundario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado, cumplen con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

I.4. Justificación de la investigación

La importancia de la investigación radica en la innovación tecnológica que efectuará la planta pesquera a los sistemas de tratamiento de efluentes que deberá implementar la planta pesquera para cumplir con los límites máximos permisibles con la finalidad de implementar

mejoras tecnológicas para reducir la grasa, sólidos suspendidos, Ph y DBO5 a los límites máximos permisible y mejorar el desempeño ambiental.

Así también, es de importancia teórica pues servirá para incentivar a las demás empresas pesqueras de identificar el impacto que originan en sus respectivas áreas de producción.

I.5. Delimitaciones del estudio

La investigación se realizará en la empresa Pesquera Don Americo S.A.C- Carquín.

I.6. Viabilidad del estudio

El proyecto es viable pues se cuenta con los instrumentos, materiales e información para realizar el estudio.

II. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

II.1. Antecedentes de la investigación

II.1.1. Investigaciones Internacionales

Marín Leal et al., (2015), en su trabajo de investigación se evaluó el tratamiento de las aguas residuales de una industria procesadora de pescado de la ciudad de Manta (Ecuador), en reactores anaeróbicos discontinuos, y se estableció su adecuación a las normas ambientales vigentes en materia de vertido. Para ello, se realizaron ensayos de laboratorio en reactores discontinuos de 1 L, con un tiempo de contacto de 24 h y provistos de un lodo anaerobio procedente de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas. Dicho efluente fue diluido con agua destilada en proporciones de 33%, 66% y 100%, correspondientes a las etapas I, II y III, respectivamente. Durante cada etapa se monitorearon los siguientes parámetros, de acuerdo con los métodos estándares: pH, alcalinidad total, DBO5.20, DQO, nitrito, amonio, nitrógeno total Kjeldahl (NTK), ortofostato, sulfato, sólidos suspendidos totales (SST) y sólidos suspendidos volátiles (SSV). Los resultados muestran porcentajes de remoción de materia orgánica, expresados como DBO5.20 ($37.9 \pm 4.1\%$; $41.8 \pm 7.6\%$ y $46.2 \pm 3.2\%$) y DQO ($34.7 \pm 9.7\%$; $36.9 \pm 9.2\%$ y $43.8 \pm 4.1\%$, para las etapas I, II y III, respectivamente), relativamente bajos como resultado del origen del inóculo usado, así como del contenido relativo de sales en el efluente industrial. Las remociones de amonio, NTK y ortofosfato estuvieron entre 60-95%, 25- 37% y 6-25%, respectivamente. Bajo las condiciones de los ensayos realizados, el efluente tratado requiriere de la aplicación de un postratamiento para reducir el contenido de materia orgánica y nutrientes a los límites permisibles de descarga establecidos en la República de Ecuador.

I.1.1. Investigaciones nacionales

Vásquez Chuquizuta, (2021), en su estudio detalla la experiencia profesional asimilada en el desempeño profesional en el área de gestión del tratamiento de efluentes, en la producción de harina y pescado en Pesquera Hayduk SA., donde se monitorea y gestiona procesos como: filtración, flotación por aire disuelto, tratamiento químico y deshidratación, que hasta hace pocos años eran descargados directamente en el mar, y que hoy mediante la aplicación de tecnologías se recupere la cantidad de sólidos y grasas (39.4 TN y 26.4 TN) respectivamente por turno de producción, teniendo una eficiencia de recuperación del 94 %. Haciendo rentable la propuesta económica del tratamiento de efluentes para la empresa. De la misma forma se obtienen valores de aceptables en el contenido de grasas y concentración de sólidos suspendidos totales (697.2 ppm - 296.4 ppm) respectivamente. De esta manera se cumple con los límites máximos permisibles establecidos por PRODUCE.

Carballido Ocaña, (2018), en la investigación realizada estuvo orientada a implementar un sistema de tratamiento de los efluentes líquidos generados por el proceso de harina y aceite de pescado acorde al DS-010-2008 –PRODUCE que permita reducir la carga de contaminantes con bajo contenido de grasa, sólidos suspendidos totales, en cumplimiento de los límites máximos permisibles (LMP), para lo cual se propuso un Sistema de flotación por aire disuelto (DAF) Físico-químico para el tratamiento de los efluentes líquidos del proceso de harina y aceite de pescado, para reducir la contaminación del océano pacífico por efluentes vertidos en la rivera de Chancay y así evitar las sanciones legales para la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A. Los resultados obtenidos permitieron señalar que la aplicación del sistema DAF generó efluentes menos contaminantes, así como también posibilitó reorientar los desechos y aprovecharlos en el proceso productivo, por lo tanto, incrementó la productividad de la

empresa. De igual modo se estableció que la propuesta de un Sistema de flotación por aire disuelto (DAF) Físico - químico para el tratamiento de los efluentes líquidos del proceso de harina y aceite de pescado, permitió el cumplimiento de la norma antes mencionada.

Cabral Cerra, (2020), indica en su investigación que la bahía de Chimbote 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. 5 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.

I.2. Bases teóricas

II.1.2. Efluentes de limpieza

Los efluentes industriales, son un tipo de agua residual que habitualmente contiene compuestos contaminantes. Las aguas residuales industriales son las que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso productivo se utilice agua, incluyendo los líquidos procedentes de la fabricación, aguas de proceso (agua para refrigeración o para generación de fuerza, etc). Es imprescindible contar con una correcta caracterización del efluente previo al diseño de cualquier sistema de tratamiento, además se deben conocer las características intrínsecas del líquido, como por ejemplo DQO, DBO5, fósforo, nitrógeno, pH y cualquier parámetro que resulte de importancia según la industria en cuestión (Bioingepro, 2022; Díaz Fernández, 2019).

La mayor parte de procesos productivos generan en alguna fase del proceso aguas de lavado. Este efluente líquido se genera en los procesos de limpieza de las instalaciones y de los equipos, bien al finalizar el ciclo productivo, bien para cambiar el tipo de producción. Estas aguas de lavado deben ser tratadas antes de ser vertidas, con independencia de si se devuelven al medio natural o de si se vierten a la red de saneamiento. En el primer caso, el tratamiento debe ser el suficiente para que el vertido no cause ningún impacto ambiental en el medio receptor; y, si se vierte a la red pública de saneamiento, la composición de las aguas tratadas debe cumplir con todos los parámetros físicos y químicos de la normativa vigente (Condorchem Envitech, 2022).

Un sistema de tratamiento de efluentes es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico, físico-químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables. La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en

función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final (Franchi & Asociados, 2022).

La normativa peruana exige realizar un programa de monitoreo de efluentes del proceso de cada actividad productiva, tanto de consumo humano directo como indirecto, en este caso, la planta de harina y aceite de pescado es una empresa de consumo humano indirecto, el cual sirve como instrumento de verificación de parámetros cuantificables y el cumplimiento de los compromisos ambientales establecidos, así como para detectar cualquier alteración generada por las actividades pesqueras, que pudiera afectar los ecosistemas del cuerpo receptor. Según esta normativa, la frecuencia de toma de muestras de los efluentes de limpieza se deben realizar, uno al finalizar la temporada de pesca y uno mensual con descarga de materia prima (PRODUCE, 2019).

II.1.3. Descripción del tratamiento de efluentes de limpieza

En temporada de producción se utiliza grandes volúmenes de agua dura para la limpieza de los equipos de planta: Evaporadora, cocina, prensa, centrífuga y equipos PAMA (dos filtros Trommels, 2 DAF físico y químico, un tanque equalizador y una separadora ambiental) y la sala de procesos de la planta.

En la limpieza de equipos se realiza con agua, removiendo las partículas de sólidos y grasa impregnadas en las paredes y estructura de los equipos y pisos que posteriormente es vertido a las canaletas de planta. En la planta de Aceite, cocina y planta evaporadora se realiza la limpieza química (soda cáustica 6% y ácido 6%) con la finalidad de remover la grasa y caliche de los equipos, tuberías y tanques de inoxidables, vertiendo todo el efluente para su posterior tratamiento.



Volumen total efluente de limpieza generado por equipos, según el balance hídrico de planta:

N°	Efluentes	m3/año
1	Planta evaporadora	1000.00
2	Cocinator	240.00
3	Centrífugas	159.00
4	Prensas	100.00
5	Equipos PAMA	2400.00
6	Limpieza sala de procesos	5450.00
	TOTAL	9349.00

2.2.1. TRATAMIENTO PRIMARIO

2.2.1.1.Cribado. - En esta etapa el agua de limpieza ingresa a las canaletas donde los sólidos mayores son retenidos en las cribas (canastas metálicas) cuya separación entre barra varía 10-50mm. Estas están ubicadas al interior de las canaletas a lo largo de su recorrido antes de llegar al pozo colector de agua de limpieza.

2.2.1.2.Filtración. - El agua de limpieza acumulada en el pozo colector se bombea hacia el filtro rotativo de 0.3 mm de 20 m3/h de capacidad. Los sólidos

recuperados son recolectados en recipientes y almacenados en la zona de acopio para su disposición final con la EPS, y el líquido filtrado se deriva al tanque ecualizador que cuenta con un agitador que permite homogenizar el agua que en su composición contiene grasa, sólidos e impurezas.

Especificaciones técnicas del equipo de filtración

Equipos	Marca	Modelo	Diámetro	Long.	Cap.	N° Malla	Característica
FILTRO ROTATIVO TROMMEL	AISI-304	RS-76-200	760mm	2900mm	20m ³ /h	0.5mm	Equipo filtrante de acero inoxidable, con paletas de avance y descarga

Figura N° : Filtro Trommel



Figura N° : Pozo colector efluente de limpiez



2.2.2. TRATAMIENTO SECUNDARIO

2.2.2.1. **Coagulación y Floculación.** - El agua filtrada ingresa al tanque de coagulación y floculación de una capacidad 8m.³ Donde se adiciona coagulante y floculante para la recuperación de sólidos. Los sólidos recuperados(lodos) se almacena en un tanque o dinos de lodo de 1m³ y el agua tratada y clarificada es enviado al tanque de almacenamiento temporal.

Especificaciones técnicas para el tratamiento Grasas y sólidos Mediante Sistema

DAF

Equipos	Marca	Dimensiones	Capacidad	Característica
EQUIPO DAF	AISI-304	4000x1500x2000mm	8.0 m ³	Equipo de acero inoxidable, con colectores de espuma drenaje de agua clarificada mediante sifones.

2.2.2.2. **Neutralización.** - el agua clarificada se comprueba el valor de Ph y de ser necesario pasará por el tanque de neutralización de 15m³, que además cuenta con 02 tanque pequeño de almacenamiento de soda y ácido para la preparación de estos químicos, este proceso consiste en neutralizar la acidez o alcalinidad del agua residual tratada, mediante el método directo de pH, el cual se añade ácido o base para neutralizar el efluente de acuerdo a su

basicidad o acidez inicial. Una vez neutralizado el efluente es vertido al mar a través del emisor submarino.

Tanque colector y neutralización de Agua de Limpieza de Laboratorio

Nombre	Cantidad	Marca	Tipo	Capacidad
Tanque colector	01	-	-	20.0 m ³
Tanque Neutralizador	01	-	-	15 m ³

2.3. Definición de términos básicos

Efluente: Es un corriente residual en forma líquida originado durante los procesos industriales.

Tratamiento: Conjunto de procesos destinados a disminuir o en su caso eliminar aquellos componentes de un flujo.

Proceso físico: Procesos en los que modifican una sustancia sin alterar su constitución, es decir, que no forman nuevas sustancias.

Proceso químico: Conjunto de operaciones químicas y/o físicas encaminadas a la transformación de unas sustancias iniciales en productos finales.

Neutralización: Reacción entre un ácido y una base, generalmente en las reacciones acuosas ácido-base se forma agua y una sal.

Coagulación: Fenómeno de desestabilización de las partículas coloidales que puede conseguirse especialmente por medio de la neutralización de sus cargas eléctricas.

Floculación: Proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

El tratamiento de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

2.4.2. Hipótesis específicas

El tratamiento primario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

El tratamiento secundario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 2

Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LIMPIEZA	Conjunto de procesos físicos y químicos destinados a disminuir o eliminar aquellos componentes de un flujo residual en forma líquida originado a partir de la limpieza de equipos de planta	Tratamiento primario	<ul style="list-style-type: none"> ● Porcentaje de sólidos ● Porcentaje de grasa
		Tratamiento secundario	<ul style="list-style-type: none"> ● Neutralización ● Coagulación ● Floculación

La tabla 1 muestra la operacionalización de las variables. Elaboración propia.

3. Metodología

3.2. Diseño metodológico

De acuerdo con Hernández Sampieri et al., (2014), el presente diseño es no experimental, transversal, y descriptivo. Representado por el siguiente gráfico:



Donde:

M = Muestra

OX = Observación de la variable X, en una sola oportunidad.

X = Variable 1

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población está dada por los efluentes del área de tratamiento de efluentes de limpieza.

3.3.2. Muestra

Agua limpieza a la salida del tratamiento primario.

Filtros rotativos (TROMMEL).

Antes de tomar la muestra, la línea de muestreo es purgada para poder obtener una muestra representativa, la muestra a tomar aproximadamente 0.50lt.

El muestreo se realiza en tres tiempos durante el tratamiento a inicio, intermedio y al final para formar un compósito en un balde de 20lt.

Luego de terminada la descarga y formado el compósito la muestra es llevada al laboratorio y se realizan análisis de potencial de hidrogeno, sólidos totales en suspensión y % grasa, de acuerdo al Protocolo de monitoreo de efluentes y Cuerpo Marino Receptor.

Los resultados del análisis son registrados en el formato análisis de efluente de limpieza.

Agua de limpieza salida del tratamiento secundario.

Celda de flotación y coagulación

Es la muestra que sale de la celda de flotación y coagulación es tomada al termino del tratamiento.

Antes de tomar la muestra, la línea de muestreo es purgada para poder obtener una muestra representativa, la muestra tomada es de aproximadamente 0.50lt. y se forma un compósito de toda la descarga en un balde de 20lt.

Luego de terminada la descarga, la muestra es llevada al laboratorio y se realizan y se realizan análisis de potencial de hidrogeno, sólidos totales en suspensión y % grasa, de acuerdo al Protocolo de monitoreo de efluentes y Cuerpo Marino Receptor.

Los resultados del análisis son registrados en el formato análisis de efluente de limpieza.

Neutralización

El agua de limpieza tratada se almacena en el tanque de neutralización y se determina el potencial de hidrogeno(Ph), antes de ser vertido a la poza colectora de efluente.

Si la muestra presenta un pH acido <5 se neutraliza con un álcali (soda) hasta un pH próximo a 7.

Si la muestra presenta un pH alcalino >9 se neutraliza con un ácido () hasta un pH próximo a 7.

PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

Determinación del potencial hidrógeno

Con el instrumento multiparámetro, se toma lectura del valor pH y se mide el grado de basicidad y/o acidez de las muestras tratadas.

El valor indicado en el equipo se anota en el formato control.

Determinación de sólidos en suspensión(%SST)

Para realizar este análisis se procede tomando como referencia método Gravimétrico: APHA-AWWA-WPCF, 1999.

EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

- Desecador, con indicador de humedad.
- Equipo de filtración
- Bomba de vacío
- Estufa
- Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg
- Probetas de 5 y 10 mL
- Placas Petri de 60 x10 mm o lunas de reloj
- Papel filtro de fibra de vidrio con tamaño de poro nominal de 1,5 μm 47 mm de diámetro
- Botellas de plástico de boca ancha de 250 ml de Agua bidestilada

PROCEDIMIENTO ANALITICO

- a) Lavar el filtro sucesivamente con tres porciones de 20mL de agua bi-destilada o equivalente, utilizando la bomba de vacío.
- b) Retirar el papel de filtro y llevarlo a sequedad en la estufa a una temperatura de 103-105°C por una hora; (enfriar en el desecador. Registrar peso (B)).
- c) Tomar volúmenes de muestra en una probeta, cuyos rangos pueden variar de acuerdo a su concentración y facilidades de filtración. Se recomienda de 5-20 Ml para agua de bombeo. Para otros efluentes, filtrar volumen mayor a 25 mL.
- d) Homogenizar la solución y vaciarla en el embudo que contiene el filtro previamente preparado, y filtrar con la ayuda de la bomba de vacío (8-10 pulg. Hg).
- e) Debe tratarse de distribuir la muestra en todo el filtro, esto se puede conseguir usando una bagueta para discurrir por ella la muestra.
- f) La probeta usada debe ser enjuagada con agua bi-destilada o similar para asegurarse de arrastrar todos los sólidos.
- g) Retirar el papel filtro conteniendo la muestra filtrada y llevarlo a sequedad en la estufa a una temperatura de 103-105°C hasta peso constante.
- h) Enfriar en el desecador. Registrar peso (A).
- i) Cálculos: La concentración de sólidos suspendidos totales se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{SST} = (\text{A}-\text{B}) \times 106 / \text{V}$$

Donde:

SST = Sólidos suspendidos totales (mg.L-1).

A = Peso de placa Petri + papel filtro + residuo(g).

B = Peso de placa Petri + papel filtro (g).

V = Volumen de la alícuota agua de bombeo (mL)

DETERMINACION DE ACEITES Y GRASAS (AG).

Determinación de aceites y grasas (A.G)

Para realizar este análisis por el método extracción soxhlet, APHA-AWWA-WPCF, 1999.

EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

Equipos y Materiales

- Sistema de extracción Soxhlet (condensador y balón de base plana de 250mL).
- Balanza analítica, 0,1 mg de precisión
- Estufa: 103-105°C
- Equipo Baño María
- Desecador con indicador de humedad
- Papel filtro Whatman 42
- Balones de boca esmerilada 29/32 de 250 ml

Reactivos

- Hexano p.a.
- Ácido clorhídrico p.a. 1:1

PROCEDIMIENTO ANALITICO

Atemperar la muestra en Baño María a $< 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y homogenizarla; verter un volumen de 20 a 25 mL(V) en placas Petri revestida desde el interior con papel de aluminio y someterlo a sequedad ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$) hasta la formación de una capa seca para evapora.

Luego del secado, separar el papel metálico que contiene la muestra y envolver con suficiente papel Whatman 42 formando un cartucho, para posteriormente ser introducido en la cámara de extracción.

Pesar el balón (P_1 = Peso inicial) que corresponde al balón vacío con perlitas. Codificar y unir a la cámara de extracción sellando el sistema Soxhlet.

Preparar un blanco solvente (B). Emplear sólo el cartucho (con papel de aluminio y filtro Whatman 42) y colocarlo como las demás muestras en la cámara de extracción correspondiente.

En el caso del blanco el peso inicial del balón seco con perlitas será A_1 (en gramos)

Reciclar las muestras y el blanco por lo menos 25 ciclos en 4 horas con 200 mL de hexano.

Concentrar la muestra separando el solvente del extracto orgánico por destilación al vacío en equipo rotavapor hasta la formación de una película de grasa y secar en la estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ a peso constante (1h aproximadamente).

Enfriar en el desecador antes de cada pesada. Registrar peso final en la muestra = $P_2 = P_1 +$ residuo de grasa, en gramos).

Cálculos: La concentración de aceites y grasas se calcula con la siguiente fórmula:

$$AG\text{ (mg.L-1)} = [(P_2 - P_1) - B] \times 1000/V$$

Donde:

AG = Aceites y grasas (mg.L⁻¹).

P1= Peso del balón (g) + perlitas.

P2=P1 + residuo de grasa (g). Corresponde a la muestra.

A1= Peso inicial del blanco: Peso del balón (g) +perlitas.

A2=A1 + residuo del solvente (g).

B = Blanco del solvente (A2-A1), (g).

V = Volumen de muestra (L).

1000 = Factor de conversión de g a mg.

3.4. Técnicas de recolección de datos

Las plantas de Consumo Humano directo, ubican el punto de muestreo a la salida del equipo, luego de realizar el proceso.

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información

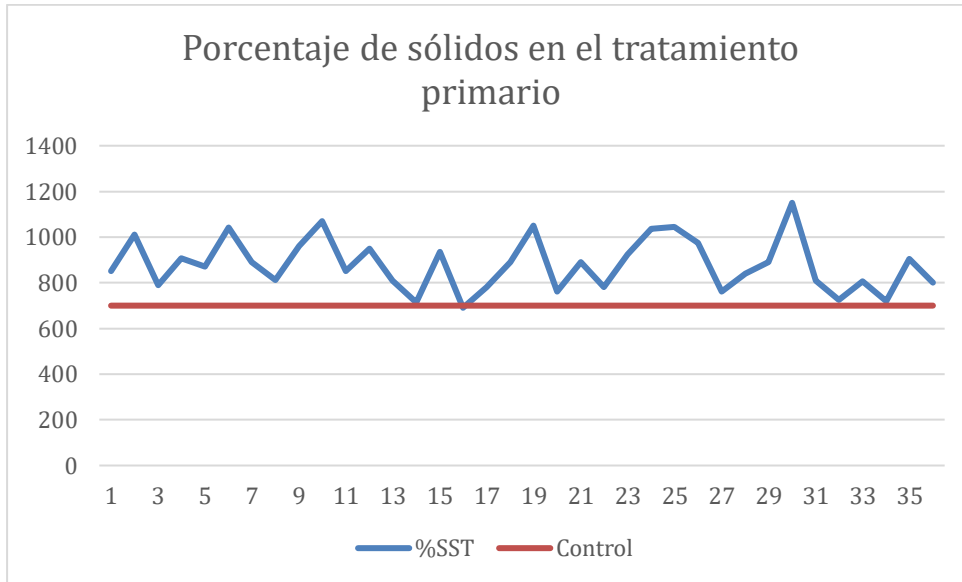
Se realizará la comparación entre los ECA y los valores resultantes del estudio, así también, se mostrarán gráficos descriptivos que muestren las variaciones de los parámetros en el tiempo de estudio para verificar su cumplimiento.

II. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

II.1. Análisis de resultados

Figura 1

Porcentaje de sólidos de los efluentes después del tratamiento primario

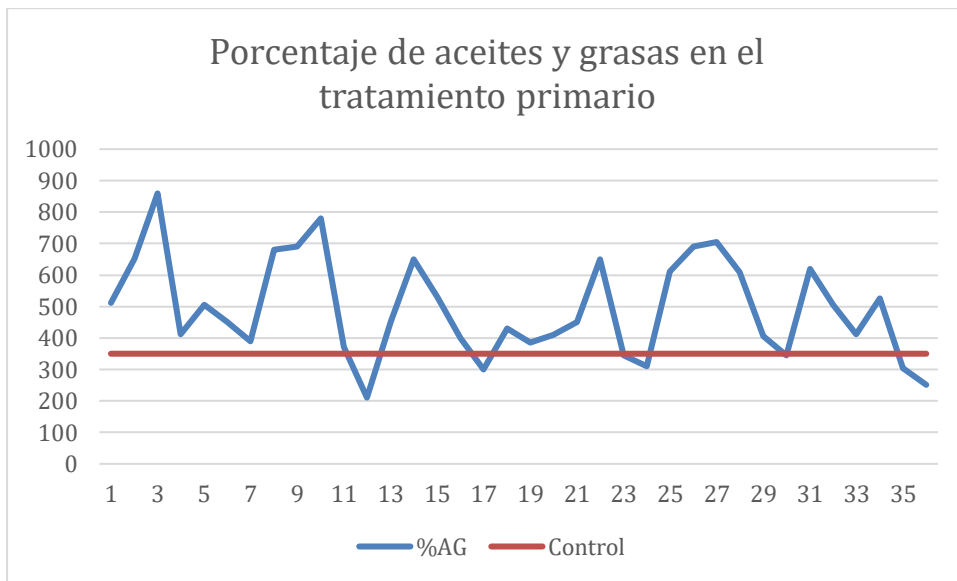


Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de los análisis a los efluentes de limpieza en la salida del tratamiento primario, se visualiza un comportamiento fuera de los límites máximos permisibles para el parámetro de porcentaje de sólidos, por lo que es necesario realizar un segundo tratamiento.

Figura 2

Porcentaje de aceites y grasas de los efluentes después del tratamiento primario

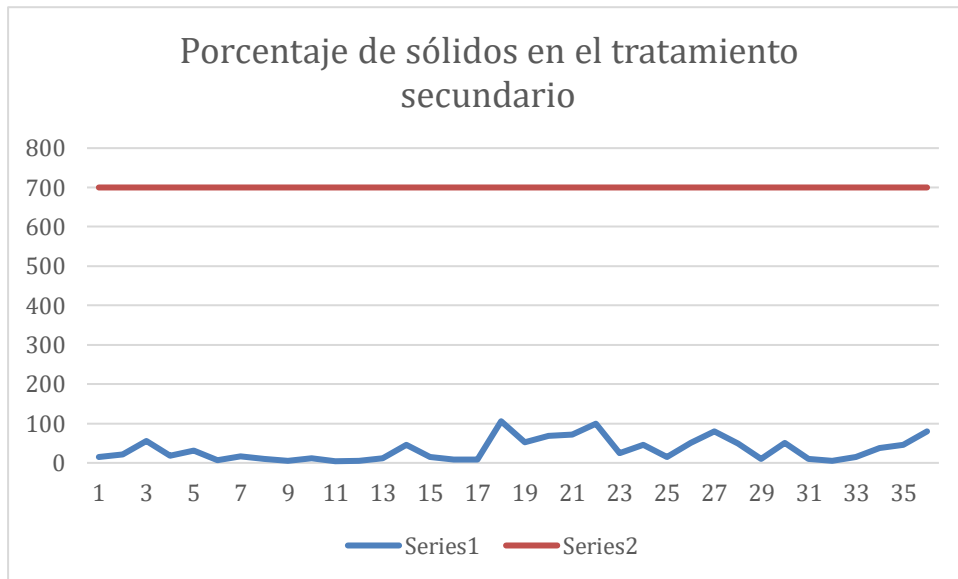


Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de los análisis a los efluentes de limpieza en la salida del tratamiento primario, se visualiza un comportamiento fuera de los límites máximos permisibles para el parámetro de aceites y grasas, por lo que es necesario realizar un segundo tratamiento.

Figura 3

Porcentaje de sólidos de los efluentes después del tratamiento secundario

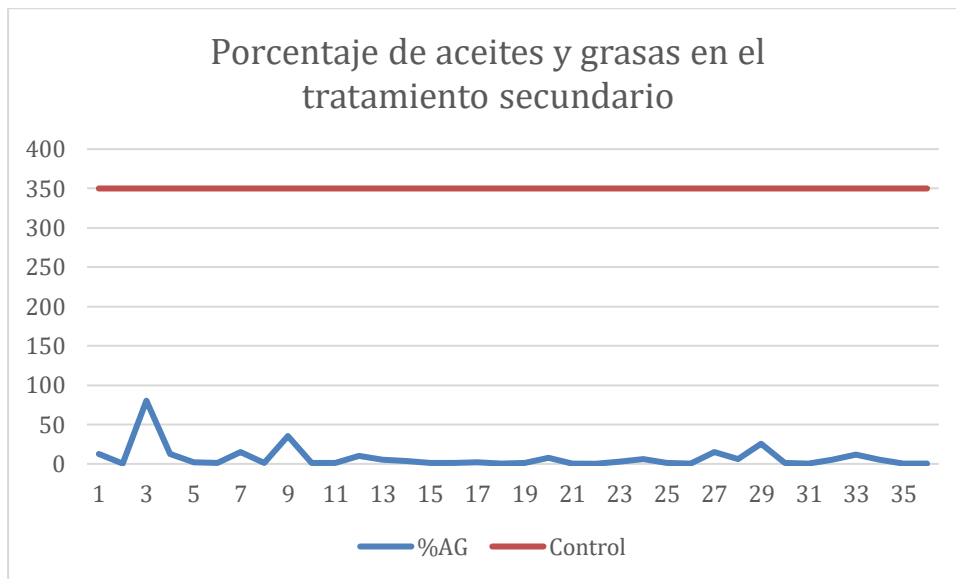


Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de los análisis a los efluentes de limpieza en la salida del tratamiento secundario, se visualiza un comportamiento dentro de los límites máximos permisibles para el parámetro de porcentaje de sólidos, sin embargo, se observa un comportamiento muy variable.

Figura 4

Porcentaje de aceites y grasas de los efluentes después del tratamiento secundario

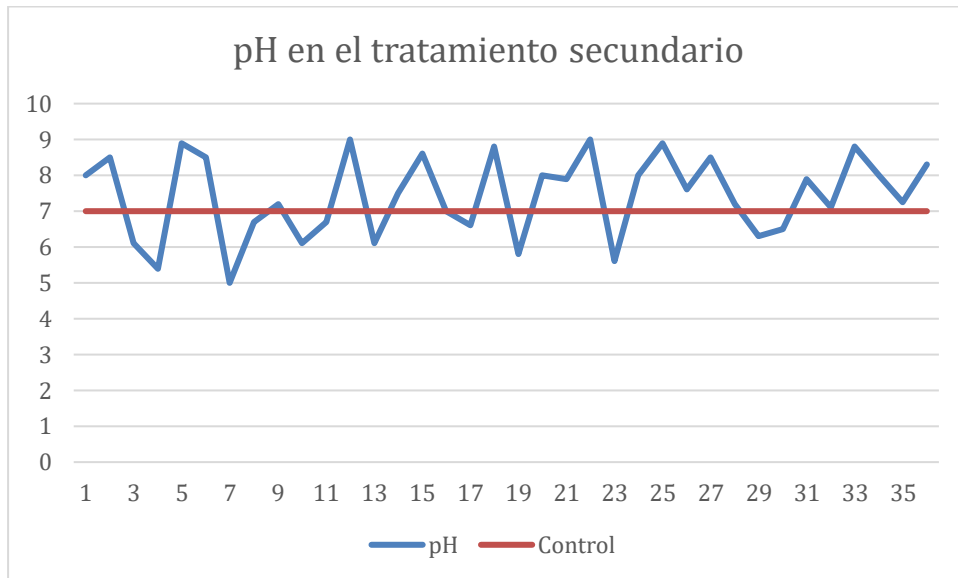


Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de los análisis a los efluentes de limpieza en la salida del tratamiento secundario, se visualiza un comportamiento dentro de los límites máximos permisibles para el parámetro de aceites y grasas, sin embargo, se observa un comportamiento muy variable

Figura 5

Potencial de hidrógeno de los efluentes después del tratamiento secundario



Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de los análisis a los efluentes de limpieza en la salida del tratamiento secundario, se visualiza un comportamiento muy variable para el parámetro de pH, que en promedio se encuentra dentro de los límites sin embargo en ocasiones sobrepasa el límite establecido.

II.2. Contrastación de la hipótesis

II.2.1. Hipótesis específica 1:

El tratamiento primario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

Tabla 3

Comparación entre el parámetro y su LMP para el tratamiento primario

Tratamiento primario			
%SST	Control	%AG	Control
850.5	700	511.4	350
1010.3	700	650.97	350
790.3	700	859.4	350
908.2	700	412.4	350
870.2	700	505.6	350
1040.5	700	450.5	350
890.8	700	390.4	350
810.7	700	680.4	350
960.3	700	690.5	350
1070.1	700	780.2	350
850.1	700	370.4	350
950.4	700	210.5	350
810.1	700	450.25	350
712.6	700	650.3	350
935.8	700	530.2	350
690.5	700	400.6	350
780.2	700	300.3	350
890.8	700	430.4	350
1050.7	700	385.9	350
760.1	700	410.6	350
890.2	700	450.3	350
780.2	700	650.1	350
925.2	700	345.2	350
1035.4	700	310.5	350
1045.2	700	610.4	350
975.2	700	690.5	350
760.3	700	705.1	350
840.2	700	609.2	350
890.3	700	406	350
1150.1	700	345.1	350
810.3	700	620.3	350
725.8	700	505.2	350
805.1	700	412.1	350
720.2	700	525.3	350

905.3	700	303.1	350
800.2	700	250.6	350

De acuerdo a los límites máximos permisibles establecidos para el porcentaje de sólidos y el porcentaje de aceites y grasas, el tratamiento primario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado no cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022

II.2.2. Hipótesis específica 2:

El tratamiento secundario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

Tabla 4

Comparación entre el parámetro y su LMP para el tratamiento secundario

Tratamiento secundario					
%SST	Control	%AG	Control	pH	Control
15.2	700	12.4	350	8	7
20.9	700	0.45	350	8.5	7
56.4	700	80.3	350	6.1	7
18.4	700	12.4	350	5.4	7
30.5	700	1.6	350	8.9	7
7.1	700	0.95	350	8.5	7
16.5	700	15.3	350	5	7
10.5	700	1.5	350	6.7	7
5.3	700	35.2	350	7.2	7
12.1	700	0.9	350	6.1	7
4.1	700	1	350	6.7	7
5.5	700	10.4	350	9	7
10.9	700	5.1	350	6.1	7
45.5	700	3.6	350	7.5	7
15.2	700	1.2	350	8.6	7
8.3	700	0.8	350	7	7
7.8	700	1.6	350	6.6	7
105.8	700	0.7	350	8.8	7
51.7	700	1	350	5.8	7
68.2	700	7.3	350	8	7
72.1	700	0.45	350	7.9	7
100.2	700	0.15	350	9	7
24.1	700	3.2	350	5.6	7

45.9	700	6.1	350	8	7
15.6	700	1.4	350	8.9	7
50.1	700	0.5	350	7.6	7
80.6	700	15.1	350	8.5	7
49.8	700	6.2	350	7.2	7
10.5	700	25.5	350	6.3	7
50.6	700	0.8	350	6.5	7
9.3	700	0.45	350	7.9	7
5.5	700	5.2	350	7.1	7
15.1	700	11.9	350	8.8	7
37.2	700	5.2	350	8	7
45.3	700	0.5	350	7.25	7
80.1	700	0.6	350	8.3	7

De acuerdo a los límites máximos permisibles establecidos para el porcentaje de sólidos, el porcentaje de aceites y grasas y el pH, el tratamiento secundario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

II.2.3. Hipótesis general:

El tratamiento de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

Tabla 5

Cumplimiento de los parámetros de calidad de efluentes de limpieza.

Parámetro	pH	%SST	%AG
Tratamiento primario	-	No cumple	No cumple
Tratamiento secundario	No cumple	Cumple	Cumple

Elaboración propia.

De acuerdo a los valores obtenidos, al comparar con los valores establecidos, el tratamiento de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado no cumplen con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

III. CAPÍTULO V: DISCUSION

III.1. Discusión de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos Marín Leal et al., (2015), muestra porcentajes de remoción de materia orgánica, expresados como DBO5.20 ($37.9\pm 4.1\%$; $41.8\pm 7.6\%$ y $46.2\pm 3.2\%$) y DQO ($34.7\pm 9.7\%$; $36.9\pm 9.2\%$ y $43.8\pm 4.1\%$, para las etapas I, II y III, respectivamente), relativamente bajos como resultado del origen del inóculo usado, así como del contenido relativo de sales en el efluente industrial. En el caso de Vásquez Chuquizuta, (2021), de la misma forma se obtienen valores de aceptables en el contenido de grasas y concentración de sólidos suspendidos totales (697.2 ppm - 296.4 ppm) respectivamente. De esta manera se cumple con los límites máximos permisibles establecidos por PRODUCE. Carballido Ocaña, (2018), en sus resultados obtenidos permitieron señalar que la aplicación del sistema DAF generó efluentes menos contaminantes, así como también permitió reorientar los desechos y aprovecharlos en el proceso productivo, por lo tanto, incrementó la productividad de la empresa. De igual modo se estableció que la propuesta de un Sistema de flotación por aire disuelto (DAF) Físico - químico para el tratamiento de los efluentes líquidos del proceso de harina y aceite de pescado, permitió el cumplimiento de la norma antes mencionada. Así también, Cabral Cerra, (2020), indica en su investigación que la bahía de Chimbote 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 lo que contribuirá a tener una información valiosa para poder realizar toma de decisiones en aspectos de la gestión ambiental pesquera

IV. CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1. Conclusiones

El tratamiento de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado no cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022, puesto que sus valores son mayores a los establecidos en el D.S. N° 010-2008- PRODUCE tanto en el tratamiento primario como secundario de efluentes de limpieza.

El tratamiento primario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado no cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022.

El tratamiento secundario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado no cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022; cumple para los parámetros de porcentaje de sólidos y de aceites y grasas pero no cumple para el parámetro de pH.

IV.2. Recomendaciones

Debido a que el tratamiento de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado no cumple con los límites máximos permisibles en la planta Pesquera Don Américo S.A.C. 2022, se debe reformular el tratamiento para eliminar la mayor cantidad de sólidos y aceites y grasas. De igual manera, al aumentar el porcentaje de recuperación se obtiene una ganancia económica y se evita la contaminación ambiental.

Por otro lado, después del tratamiento secundario de los efluentes de limpieza en la producción de harina y pescado tampoco cumple con los límites máximos permisibles puesto que no se cumplen los 3 parámetros, cumple para los parámetros de porcentaje de sólidos y de aceites y grasas pero no cumple para el parámetro de pH. Es necesario mejorar el proceso de neutralización para evitar tener variabilidad en los resultados, se debe estandarizar el nivel de pH que se obtiene puesto que tampoco se debe tener un agua muy alcalina para verter al mar.

V. CAPÍTULO VII: REFERENCIAS

V.1. Fuentes electrónicas

Bioingepro. (2022). *¿Qué son los efluentes industriales y cuál es su importancia ambiental?*

<https://bioingepro.com.ar/2021/09/15/que-son-los-efluentes-industriales-y-cual-es-su-importancia-ambiental/>

Cabral Cerra, J. C. (2020). *Análisis del grado de cumplimiento de la calidad de los efluentes en los EIP en la Bahía de Chimbote (2012- 2016)* [Universidad Nacional Agraria La Molina].

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4463>

Carballido Ocaña, V. (2018). *Tratamiento de efluentes líquidos generados por el proceso de harina y aceite de pescado acorde al Decreto Supremo N° 010-2008 – PRODUCE* [Universidad Privada del Norte].

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/15248/Carballido%20Oca%c3%b1a%20c%20Vitalio%20Cam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Condorchem Envitech. (2022). *Tratamiento de aguas de lavado*. Condorchem Envitech.

<https://condorchem.com/es/tratamiento-de-aguas-de-lavado/>

Díaz Fernández, J. (2019). *Ecuaciones y cálculos para el tratamiento de aguas*. Editorial Paraninfo.

<https://books.google.com.pe/books?id=WUaCDwAAQBAJ&pg=PA324&dq=efluentes+industriales&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjkt7OFmPX6AhVDD7kGHc0aCD04ChDoAXoECAkQAg#v=onepage&q=efluentes%20industriales&f=false>

Franchi & Asociados. (2022). *Sistemas de tratamiento de Efluentes / Ingeniería Ambiental & Seguridad Laboral*. <https://franchiasoc.com.ar/ecoblogger/sistemas-de-tratamiento-de-efluentes/>

Guevara, J. (2022). Evaluación de los indicadores de impacto ambiental por el vertimiento de los efluentes industriales pesqueros en la bahía de Coishco-Perú—2018. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/18153>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2017). *Metodología de la investigación* (Sexta). McGraw Hill Interamericana. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- INEI. (2020). *Anuario de estadística ambientales 2020* (p. 626). Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI.
- Marín Leal, J. C., Chinga Panta, C. A., Velásquez Ferrín, A. I., González Cabo, P. A., & Zambrano Rodríguez, L. M. (2015). Tratamiento de aguas residuales de una industria procesadora de pescado en reactores anaeróbicos discontinuos. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(1), 27. <https://doi.org/10.18359/rcin.431>
- Ministerio de la producción. (2016). *Resolución ministerial N°061-2016-PRODUCE*. <https://www2.produce.gob.pe/dispositivos/publicaciones/rm061-2016-produce.pdf>
- Monzon, J. A. (2021). Calidad ambiental de la bahía el Ferrol influenciada por la actividad pesquera industrial, Chimbote – Ancash 2019. *Universidad Nacional de Trujillo*. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/18332>
- PRODUCE. (2019). *Resolución Ministerial N°029—2019—PRODUCE*. https://www.produce.gob.pe/produce/descarga/dispositivos-legales/101472_1.pdf
- Valverde Bustamante, J. H. (2010). *Análisis de impacto ambiental en las plantas procesadoras de productos del mar de la Empresa Salica del Ecuador S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4318>
- Vásquez Chuquizuta, M. I. (2021). Gestión del tratamiento de efluentes en la producción de harina de pescado en pesquera Hayduk S.A. *Repositorio Institucional - UNS*. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3840>
- Verde, H., Reyes, C., Ponte, S., & Zavaleta, D. (2013). Impacto de los efluentes de la industria pesquera en la calidad de las aguas costeras de Supe Puerto Barranca- Perú 2010. *Aporte Santiaguino*, ág. 120-128. <https://doi.org/10.32911/as.2013.v6.n2.511>

