



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Escuela Profesional de Ingeniería Química

**Evaluación del tratamiento físico y químico del agua de bombeo en una
empresa pesquera de Chancay temporada 2022-II**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

Autores

Naysha Estefany Cruz Valladares

Jhonatan Jeyson Broncano Ghiggo

Asesor

M(o). Jhon Herbert Obispo Gavino


JHON HERBERT OBISPO GAVINO
INGENIERO QUIMICO
Reg. CIP. N°68007

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Escuela Profesional de Ingeniería Química

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Naysha Estefany Cruz Valladares	72225426	14 de mayo 2026
Jhonatan Jeyson Broncano Ghiggo	71205519	14 de mayo 2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Jhon Herbert Obispo Gavino	15728127	https://orcid.org/0000-0002-0972-2400
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS PREGRADO		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Berardo Beder Ruiz Sanchez	31602007	https://orcid.org/0000-0002-1822-9204
Dalila Inocenta Zavaleta Sotelo	15841151	https://orcid.org/0000-0002-0011-680X
José Alonso Toledo Sosa	80302533	https://orcid.org/0000-0002-8278-1538

2025 - 059882 Cruz Valladares 2025 - 059859 Bronc...

Evaluación del tratamiento físico y químico del agua de bombeo en una Empresa Pesquera de Chancay temporada 20...

UNIDAD DE INVESTIGACION FIQyM -PREGRADO- 2026

Unidad de Investigación de la FIQyM - 2026

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid=1:3461237870

130 páginas

Fecha de entrega

20 ene 2026, 12:40 p.m. GMT-5

23.870 palabras

Fecha de descarga

20 ene 2026, 1:02 p.m. GMT-5

119.315 caracteres

Nombre del archivo

TESIS-CRUZ VALLADARES-, BRONCANO, GHIGGO.docx

Tamaño del archivo

5.6 MB



Página 2 de 157 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid=1:3461237870

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

↳ Bibliografía

Fuentes principales

15% Fuentes de Internet

7% Publicaciones

4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, o marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios por darnos la vida, fortaleza y guiarnos en cada paso que damos.

A nuestros padres y hermanos por apoyarnos incondicionalmente en nuestra trayectoria profesional y motivarnos a ser mejor cada día.

Naysha Estefany Cruz Valladares.

Para mis padres Jhonatan Broncano y a Vilma Ghiggo por su apoyo y motivación incondicional, que siempre me impulsará a lograr mis metas con su amor y confianza puesta en mí.

A mi hijo Alí Broncano mi motor para seguir cumpliendo mis sueños y poder salir adelante juntos.

Jhonatan Jeyson Broncano Ghiggo

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos realizar esta tesis. A nuestro asesor por los conocimientos y la instrucción que nos ha brindado. Y a las personas que nos apoyaron y brindaron conocimientos en la realización de esta tesis.

Naysha Estefany Cruz Valladares.

A Dios por permitirnos realizar esta tesis. A nuestro asesor Ing. Jhon Obispo por los conocimientos y la instrucción que nos ha brindado, siendo así un modelo y ejemplo a seguir para nuestra carrera profesional. Al Jefe de Calidad por permitirnos realizar los estudios necesarios. Y a las personas que nos apoyaron y brindaron conocimientos en la realización de esta tesis.

Jhonatan Jeyson Broncano Ghiggo

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación de la investigación	5
1.5 Delimitación del estudio	7
CAPITULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes de la investigación	10
2.1.1 Antecedentes internacionales	10
	vii

2.1.2	Antecedentes nacionales	12
2.2	Bases teóricas	15
2.2.1	Caracterización de los efluentes	15
2.2.2	Tratamiento físico y químico del agua de bombeo	15
2.2.2.1	Tratamiento del agua de bombeo	15
2.2.3	Tratamiento físico del agua de bombeo	20
2.2.3.1	Desaguador rotativo	20
2.2.3.2	Trommels	21
2.2.3.3	Trampas de grasa	22
2.2.4	Tratamiento químico del agua de bombeo	23
2.2.4.1	DAF químico	23
2.2.4.2	Separadora ambiental	24
2.2.5	Legislación ambiental	25
2.3	Bases filosóficas	28
2.4	Definición de términos básicos	29
2.5	Hipótesis de investigación	30
2.5.1	Hipótesis general	30
2.5.2	Hipótesis específica	30
2.6	Operacionalización de las variables	31
CAPITULO III		33
METODOLOGÍA		33
3.1	Diseño metodológico	33
3.1.1	Tipo de investigación	33
3.1.2	Nivel de investigación	34
3.1.3	Enfoque de investigación	34

3.1.4	Diseño de investigación	35
3.2	Población y muestra	36
3.2.1	Población	36
3.2.2	Muestra	36
3.3	Técnicas de recolección de datos	36
3.3.1	Manipulación y conservación de muestras	37
3.3.2	Procedimiento de análisis	38
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	38
	CAPITULO IV	39
	RESULTADOS	39
4.1	Análisis de resultados	39
4.1.1	Análisis del tratamiento físico	39
4.1.1.1	Trommel	39
4.1.1.2	Trampa de grasas	41
4.1.2	Análisis del tratamiento químico	44
4.1.2.1	DAF químico	44
4.1.3	Evaluación del tratamiento físico	47
4.1.3.1	Trommels	47
4.1.3.2	Trampa de grasas	49
4.1.4	Evaluación del tratamiento químico	50
4.1.4.1	DAF químico	50
4.2	Contrastación de hipótesis	54
4.2.1	Contraste de hipótesis general	54
4.2.2	Contraste de hipótesis específicas	54
4.2.2.1	Uniformidad del tratamiento físico trommel 1 y 2 y trampa de grasas	54

4.2.2.2	Uniformidad del tratamiento químico a la salida del DAF químico	58
4.2.2.3	Evaluación del tratamiento físico del trommel 1 y 2, y la trampa de grasas	62
4.2.2.4	Evaluación del tratamiento químico a la salida del DAF químico	66
CAPITULO V		70
DISCUSIÓN		70
5.1	Discusión de resultados	70
CAPITULO VI		74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		74
6.1	Conclusiones	74
6.2	Recomendaciones	75
CAPITULO VII		79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		79
ANEXOS		84

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Detalle de la empresa en estudio</i>	8
Tabla 2 <i>LMP para efluentes de la industria pesquera</i>	28
Tabla 3 <i>Operacionalización de las variables</i>	32
Tabla 4 <i>Requerimiento para el muestreo de efluentes</i>	37
Tabla 5 <i>Descriptivos del análisis de SST a la salida de los Trommel, temporada 2022-II</i>	40
Tabla 6 <i>Descriptivos del análisis de AyG en la Trampa de Grasa, temporada 2022-II</i>	42
Tabla 7 <i>Descriptivos del análisis de ingreso y efluente del DAF químico, temporada 2022-II</i> ..	45
Tabla 8 <i>Normalidad de los datos a la salida de SST del Trommel 1 y 2, y AyG de Trampa de Grasa</i>	55
Tabla 9 <i>Comparación de la salida de los SST del Trommel 1 y 2 y de AyG de Trampa de Grasa respecto a la media del conjunto de datos</i>	57
Tabla 10 <i>Normalidad de los datos de pH, SST y AyG del efluente del DAF químico</i>	59
Tabla 11 <i>Comparación del pH, SST y AyG a la salida del DAF químico respecto a su media</i> ..	60
Tabla 12 <i>Comparación de los SST del Trommel 1 y 2 y salida de AyG de Trampa de Grasa respecto a los estándares internos</i>	63
Tabla 13 <i>Comparación del pH, SST y AyG a la salida del DAF químico respecto a sus LMP</i> ..	67

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Localización de la empresa en estudio</i>	7
Figura 2 <i>Fases del tratamiento de efluentes de proceso (agua de bombeo sin recirculación)</i> ..	19
Figura 3 <i>Etapa física del tratamiento de agua de bombeo</i>	26
Figura 4 <i>Etapa química del tratamiento de agua de bombeo</i>	27
Figura 5 <i>Diseño no experimental transversal descriptivo</i>	35
Figura 6 <i>Cambio en los análisis de SST a la salida de los Trommel, temporada 2022-II.</i> .	41
Figura 7 <i>Comportamiento en análisis de AyG a la Trampa de Grasa, temporada 2022-II.</i>	43
Figura 8 <i>Comportamiento en análisis del pH, SST y AyG ingreso y efluente del DAF químico, temporada 2022-II.</i>	46
Figura 9 <i>Variación del SST Trommel 1 respecto al estándar interno, temporada 2022-II.</i>	47
Figura 10 <i>Variación del SST Trommel 2 respecto al estándar interno, temporada 2022-II.</i>	49
Figura 11 <i>Variación AyG de trampa de grasas respecto al estándar interno, temporada 2022-II.</i>	50
Figura 12 <i>Comportamiento del pH respecto a los LMP salida del DAF químico, temporada 2022-II.</i>	51
Figura 13 <i>Comportamiento de SST respecto a los LMP salida del DAF químico, temporada 2022-II.</i>	52
Figura 14 <i>Comportamiento de AyG respecto a los LMP salida del DAF químico, temporada 2022-II.</i>	53
Figura 15 <i>Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra para los AyG a la salida Trampa de Grasa</i>	58
Figura 16 <i>Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra para los AyG a la salida del DAF químico</i>	61

Figura 17 <i>Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra para los AyG a la salida Trampa de Grasas</i>	64
Figura 18 <i>Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra para los AyG a la salida del DAF químico.....</i>	68

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Matriz de consistencia.	85
Anexo 2. Análisis de agua de bombeo en Trommels y trampa de grasa - temporada 2022-II ...	86
Anexo 3. Análisis de agua de bombeo en el DAF Químico - temporada 2022-II.....	88
Anexo 4. Equipos de tratamiento físico y químico del agua de bombeo	90
Anexo 5. Análisis de determinación de aceites y grasas	92
Anexo 6. Análisis de determinación de SST	94
Anexo 7. Análisis de determinación de Sólidos Suspendidos Totales por turbidímetro.....	96
Anexo 8. Análisis de determinación de pH	97

RESUMEN

Objetivo: Realizar la evaluación del tratamiento físico y químico del agua de bombeo respecto a los estándares internos y los LMP del D.S. 010-2008-PRODUCE en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II. **Métodos:** Estudio de diseño no experimental transversal descriptivo, evaluándose el agua de bombeo y efluente del DAF de la empresa pesquera, utilizando la prueba t de Student para una muestra y la de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra. **Resultados:** En el tratamiento físico, los SST a la salida del Trommel 1: $58\,615,3 \pm 2\,571,9$ ppm y Trommel 2: $50\,088,4 \pm 2\,515,2$ ppm, y para AyG salida de la trampa de grasas: $1\,817,7 \pm 167,8$ ppm. En el tratamiento químico, a la salida del DAF químico, para pH $5,73 \pm 0,07$, SST $337,5 \pm 15,8$ ppm y AyG $168,7 \pm 15,7$ ppm. El p-valor, para SST del Trommel 1 y 2, y AyG de trampa de grasas respecto a su media (1,000, 1,000 y 0,715) y respecto al estándar interno (0,286, 0,944 y 0,093). El p-valor para pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, respecto a su media (1,000, 0,966 y 0,549) y respecto al LMP (0,000, 0,000 y 0,000). **Conclusiones:** Los SST del Trommel 1 y 2, y AyG de trampa de grasas, son significativamente uniformes a su media e iguales a los estándares internos dispuestos. El pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico son significativamente uniformes a su media, para pH se ajusta significativamente entre los LMP 5 y 9, para SST es inferior al LMP 700 ppm y para AyG inferior al LMP 350 ppm. Por consiguiente, el tratamiento físico y químico del agua de bombeo opera adecuadamente, cumpliendo con los estándares internos y los LMP.

Palabras clave: Etapa física, etapa química, agua de bombeo, empresa pesquera.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the physical and chemical treatment of pumping water with respect to the internal standards and LMP of D.S. 010-2008-PRODUCE in a fishing company in Chancay in the 2022-II season. **Methods:** Descriptive cross-sectional non-experimental design study, evaluating the pumping water and effluent from the DAF of the fishing company, using the Student's t test for one sample and the Wilcoxon signed-rank test for one sample. **Results:** In the physical treatment, the TSS at the outlet of Trommel 1: $58,615.3 \pm 2,571.9$ ppm and Trommel 2: $50,088.4 \pm 2,515.2$ ppm, and for AyG at the grease trap outlet: $1,817.7 \pm 167.8$ ppm. In the chemical treatment, at the outlet of the chemical DAF, for pH 5.73 ± 0.07 , TSS 337.5 ± 15.8 ppm and AyG 168.7 ± 15.7 ppm. The p-value, for TSS of Trommel 1 and 2, and AyG of grease trap with respect to its average (1.000, 1.000 and 0.715) and with respect to the internal standard (0.286, 0.944 and 0.093). The p-value for pH, TSS and AyG at the outlet of the Chemical DAF, with respect to its average (1.000, 0.966 and 0.549) and with respect to the LMP (0.000, 0.000 and 0.000). **Conclusions:** The TSS of Trommel 1 and 2, and the A&G of the grease trap, are significantly uniform with respect to their mean and equal to the internal standards provided. The pH, TSS and A&G at the outlet of the Chemical DAF are significantly uniform with respect to their mean, for pH it adjusts significantly between the LMP 5 and 9, for TSS it is lower than the LMP 700 ppm and for A&G lower than the LMP 350 ppm. Consequently, the physical and chemical treatment of the pumping water operates adequately, complying with the internal standards and the LMP.

Keywords: Physical stage, chemical stage, pumping water, fishing company.

INTRODUCCIÓN

El estudio se enmarca en la problemática de contaminación de los océanos a consecuencia de los efluentes que disponen las industrias pesqueras. Es bastante reconocido que estos efluentes, si no son tratados adecuadamente, representan un riesgo significativo para el ecosistema marino. En este contexto de problemática de contaminación, el Estado peruano ha establecido Límites Máximos Permisibles (LMP) y ha implementado un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), que requiere de evaluaciones constantes y periódicas para mantenerlo bajo control.

Diversos estudios han abordado la problemática de la contaminación por efluentes pesqueros. Ya investigaciones como la de Paredes (2014) subrayaban la posición del Perú como principal productor y exportador de harina y aceite de pescado, así como la magnitud de la contaminación generada por esta industria; a su vez, ya Zambrano (2014) informaba sobre la contaminación de las aguas costeras en Ecuador originado por las empresas pesqueras; asimismo Bouchon et al. (2010) ya resaltaban la importancia de la anchoveta para la economía del Perú, y la necesidad de entender mejor su biología.

En años recientes, investigaciones como el de Arteaga (2021) resalta en su estudio del agua de bombeo, que representa una parte significativa de las descargas de anchoveta y que contiene altas concentraciones de contaminantes; como el de Flores y Jiménez (2021) al describir el proceso de descarga de pesca y el tratamiento del agua de bombeo, enfatizando su volumen considerable; los reportes de Cevallos et al. (2022) y Santiaguín-Padilla et al. (2022) al coincidir que el tratamiento inadecuado de estos efluentes es una fuente importante de contaminación y deterioro ambiental; a su vez las afirmaciones de Santiaguín-Padilla et al. (2022) quienes resaltaron el problema del aumento de la producción pesquera y el aumento de los desechos generados.

Por otro lado, investigadores como Pozo (2022) indicaban sobre los beneficios de la reutilización de efluentes; así como las investigaciones de Cabrera et al. (2019) al destacar el elevado contenido orgánico, nitrógeno y fósforo en su estudio de aguas residuales en la industria pesquera.

A pesar de los avances en el tratamiento de efluentes, se tiene la necesidad de evaluar constantemente la eficacia de los procesos físicos y químicos utilizados en las empresas pesqueras peruanas, particularmente en lo que respecta al cumplimiento de los LMP establecidos por la normativa vigente. Existe la necesidad de información sobre cómo se realiza la correcta aplicación de los procesos y su constante evaluación.

En el Perú, se establecen los LMP mediante D.S. 010-2008-PRODUCE para los efluentes que se generan en la industria pesquera, el cual es monitoreada por empresas certificadas, quienes reportan sus resultados de análisis ambiental como pH, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Aceites y Grasas (AyG), Temperatura, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

En el estudio se evaluó el tratamiento físico y químico del agua de bombeo en la Empresa Pesquera Centinela S.A.C., durante la temporada 2022-II. Esto incluyó la evaluación de parámetros que repercuten en la DBO_5 y DQO, como los SST, AyG y pH en etapas del tratamiento físico (Trommel 1 y 2, y trampa de grasas) y tratamiento químico (Sistema de Flotación por Aire Disuelto - DAF - químico), evaluándolos respecto a los estándares internos y los LMP del D.S. 010-2008-PRODUCE.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En el entorno mundial, ya revelaba National Geographic (2018) que la pesca industrial abarca más del 55 % de la superficie oceánica, superando significativamente la extensión de la agricultura, y señala sus impactos ambientales adversos, incluyendo la sobrepesca y la contaminación. Asimismo, denunciaba GREENPEACE (2021) que la pesca industrial es una de las mayores amenazas para los océanos, provocando sobrepesca, contaminación y la captura incidental de especies vulnerables, lo que daña los ecosistemas marinos y pone en riesgo la seguridad alimentaria de las comunidades costeras.

A nivel de Sudamérica, Santiaguín-Padilla et al. (2022) destaca que los efluentes de la industria pesquera son una de las principales causas que originan el deterioro ambiental en los cuerpos de agua y ecosistemas costeros cercanos a los puntos de descargas. A su vez, concluía Zambrano (2014) que las empresas pesqueras y productoras de grasas y aceites contaminan las aguas de la costa en Ecuador. Y a la vez, evidenciaba Pozo (2022) de los beneficios de la reutilización de efluentes y el cumplimiento de normativas ambientales en Ecuador.

En el Perú, Paredes (2014) señala que es un país líder en la producción de harina y aceite de pescado, y que a consecuencia de ello también enfrenta el desafío de la

contaminación marina que suele presentarse en paralelo por los efluentes industriales que vienen siendo descargados en los cuerpos de agua. A su vez, resaltaba Bouchon et al. (2010) de la importancia de la anchoveta para la economía peruana, y la necesidad de regular los desechos de su industrialización. En materia de regulación, el Ministerio de la Producción (PRODUCE, 2009) establece los LMP para los efluentes de la industria pesquera, demostrando el reconocimiento oficial del problema; y respecto a ello, Flores y Jiménez (2021) indican que las empresas pesqueras que operan en el Perú, deben de cumplir con los LMP fiscalizados por Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), por lo tanto estas empresas deben encaminarse en la implementación de nuevas tecnologías para tratar las aguas de bombeo. En ese sentido, la empresa Pesquera Centinela (2017) declara su compromiso de cumplir los LMP, reflejando la conciencia de la industria sobre la necesidad de mitigar su impacto ambiental.

El estudio se centra en la evaluación del tratamiento de los efluentes originados por la industria pesquera local, reconociendo el impacto potencial de estos efluentes en el ecosistema marino de Chancay. Por ello se tiene la necesidad de estudiar la eficacia de los tratamientos físicos y químicos aplicados al agua de bombeo en la industria pesquera de Chancay, y su capacidad para cumplir con lo que se establece en los LMP de la normativa peruana.

Entre las causas del problema, Santiaguín-Padilla et al. (2022) señala que el incremento en la producción pesquera, genera un aumento en la cantidad de residuos. A su vez, Arteaga (2021); Cabrera et al. (2019), señalan la composición de los efluentes, que contienen altas concentraciones de materia orgánica, aceites, grasas y sólidos. También, Madrid (2020) al indicar como causa la falta de un correcto tratamiento de efluentes generados, por parte de algunas empresas pesqueras.

Por otro lado, sobre las consecuencias del problema, Arteaga (2021) señala que origina la contaminación del ecosistema marino, con efectos negativos en la fauna y flora marina, y en las actividades pesqueras artesanales. Santiaguín-Padilla et al. (2022) en que origina el deterioro ambiental en las áreas cercanas a las descargas de efluentes. Zambrano (2014) en que produce la contaminación de las aguas costeras.

En la industria pesquera, el agua de bombeo es considerada como el más significativo de entre los diversos efluentes que genera una industria pesquera, a razón de su alto volumen de tratamiento, y que debe ser tratado adecuadamente antes de disponerlo a un cuerpo receptor, en cumplimiento de la normativa ambiental. En ese sentido, se realizó la evaluación del tratamiento físico y químico del agua de bombeo respecto a los estándares internos de la empresa, que aseguren el control de los parámetros en las etapas de tratamiento subsiguientes, y con ello garantizar que se cumpla con los LMP en el efluente evacuado por la empresa, de acuerdo a lo que establece el D.S. 010-2008-PRODUCE en la temporada 2022-II.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo se encuentra operando el tratamiento físico y químico del agua de bombeo respecto a los estándares internos y los LMP del D.S. 010-2008-PRODUCE en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuán relativamente uniformes son los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, respecto a

la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II?

- ¿Cuán relativamente uniformes son los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II?
- ¿Se encuentran los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, por debajo de los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II?
- ¿Se ajustan los análisis de pH a la salida del DAF Químico entre los LMP 5 y 9, y son inferiores los análisis de SST y AyG a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente, del efluente en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Realizar la evaluación del tratamiento físico y químico del agua de bombeo respecto a los estándares internos y los LMP del D.S. 010-2008-PRODUCE en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

1.3.2 Objetivos específicos

- Estudiar si los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, son relativamente uniformes respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

- Estudiar si los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, son relativamente uniformes respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.
- Determinar si los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, son inferiores a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.
- Determinar si los análisis de pH a la salida del DAF Químico se ajustan significativamente entre los LMP 5 y 9, y si los análisis de SST y AyG a la salida del DAF Químico son inferiores a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente, del efluente en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

1.4 Justificación de la investigación

Relevancia e importancia

Este estudio cobra gran relevancia e importancia porque nos permite evaluar a fondo el comportamiento de los parámetros contaminantes clave, como los SST, los AyG, y el pH del agua de bombeo. Se realiza desde que el agua comienza a ser tratada hasta su disposición final en el mar. Esto es crucial porque, al entender cómo se comportan estos parámetros en cada etapa, podemos mejorar continuamente el proceso de tratamiento de la empresa para las próximas temporadas de pesca en la empresa.

En esencia, el estudio compara cómo el agua tratada se ajusta a los estándares internos de la empresa, asegurando que cada paso del tratamiento sea efectivo. Al lograr esto, la empresa puede garantizar el cumplimiento de los LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, una normativa fundamental en Perú para la protección

de nuestros recursos marinos. Es decir, este trabajo no solo optimiza las operaciones, sino que también respalda el compromiso de la empresa con la protección ambiental y el cumplimiento legal.

Pertinencia

El estudio evalúa el comportamiento de parámetros clave como los SST, los AyG, y el pH del agua desde el bombeo hasta la disposición final del efluente a través de un emisor submarino, es fundamental y pertinente para la sostenibilidad ambiental en el Perú. Al monitorear los SST, podemos controlar la cantidad de partículas que podrían afectar la turbidez del agua y la vida acuática, asegurando que los vertidos no perjudiquen la calidad visual y ecológica del medio marino. El control de los AyG nos permite asegurar que el efluente no forme capas superficiales que impidan la oxigenación del agua o afecten a la fauna marina, garantizando la salud del ecosistema. Finalmente, la vigilancia del pH asegura que los vertidos no causen alteraciones en la acidez del agua, protegiendo la fisiología marina. Este análisis integral no solo cumple con las normativas ambientales peruanas, sino que también es un pilar para el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 12: Producción y Consumo Responsables, al fomentar la gestión eficiente de los recursos, reducir la contaminación y promover la transparencia y la innovación hacia prácticas más sostenibles en el país.

Impacto

Este estudio tiene un impacto directo y positivo para la empresa al permitir un control riguroso de los parámetros contaminantes como los SST, los AyG, y el pH tanto en el agua de bombeo como en el efluente final. Esto significa que la empresa puede asegurar que sus operaciones no solo cumplen con las normativas ambientales peruanas, sino que también reflejan un compromiso con la gestión ambiental responsable.

Más allá de la empresa, el impacto se extiende a la zona de influencia del estudio, que incluye las bahías cercanas en Perú. Al mantener un control adecuado de estos contaminantes, se reduce significativamente la polución, contribuyendo a la salud de los ecosistemas marinos y la calidad del agua para las comunidades locales. En esencia, este monitoreo es una pieza clave para proteger nuestro entorno costero y marino, beneficiando a todos.

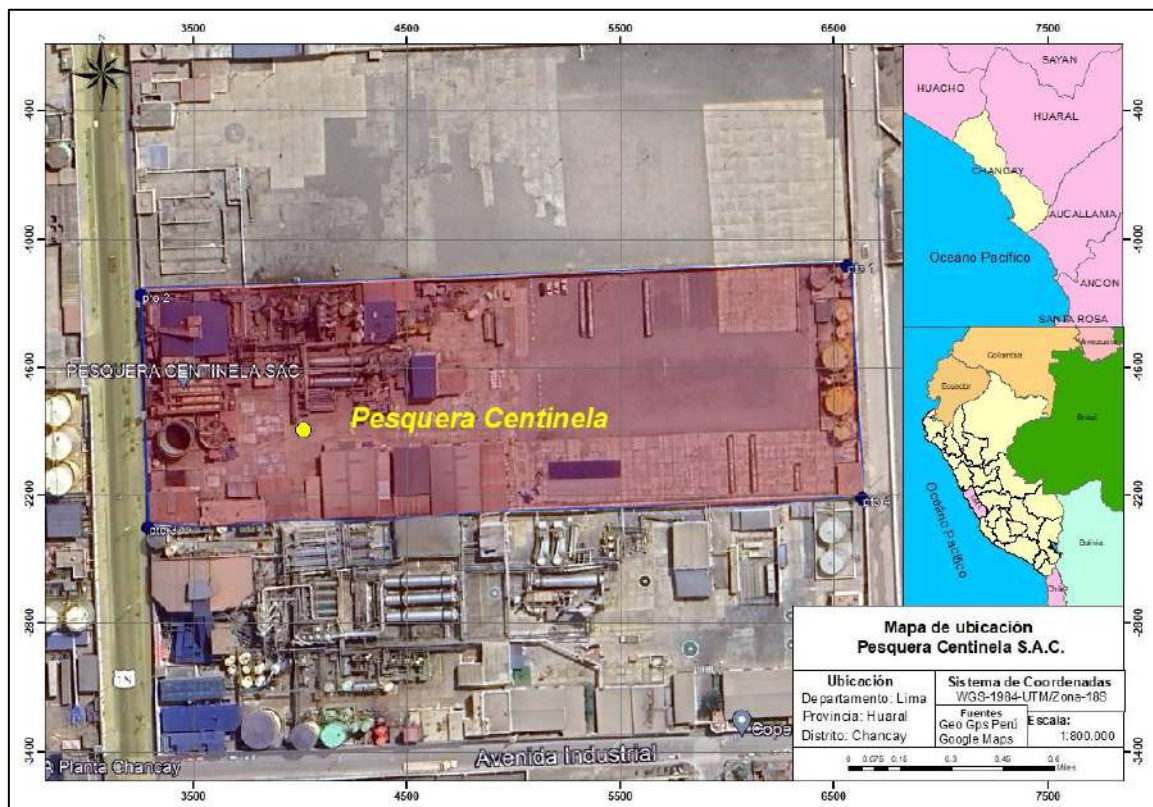
1.5 Delimitación del estudio

a) Delimitación espacial

Se detalla en la Tabla 1 y Figura 1 la ubicación de la empresa estudiada.

Figura 1

Localización de la empresa en estudio



Nota. Adaptado de Google Maps (s.f.) y GEO GPS PERÚ (2023).

Tabla 1

Detalle de la empresa en estudio

Empresa	Centinela S.A.C.
Dirección	Antigua Panamericana Norte Km 62,5, Chancay, Lima Perú

b) Delimitación temporal

Se estudio se efectuó finalizado la temporada 2022-II.

c) Delimitación teórica

La investigación se centra en la evaluación de los principales parámetros contaminantes establecidos por el Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE: pH, SST y AyG. Estos parámetros son cruciales porque su comportamiento influye directamente en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) del efluente que la empresa descarga, afectando así la calidad del agua en el medio receptor.

Para lograr esta evaluación, nos enfocaremos en las siguientes etapas del tratamiento de efluentes, analizando los parámetros específicos en cada una:

Evaluación del Tratamiento Físico:

- Trommel 1: Aquí analizaremos los SST, evaluando la eficiencia de la primera etapa de separación de sólidos gruesos.
- Trommel 2: Continuaremos con el análisis de SST, para verificar la remoción de partículas más finas tras el segundo cribado.
- Trampa de Grasas: Realizaremos el análisis de AyG para determinar la efectividad en la eliminación de grasas y aceites antes de las etapas posteriores.

Evaluación del Tratamiento Químico:

- DAF Químico: En esta etapa clave, analizaremos SST, AyG y pH. Esto nos permitirá entender cómo la adición de químicos y el proceso de flotación impactan la eliminación de contaminantes y la neutralización del efluente antes de su disposición final.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Cevallos et al. (2022), evaluó la eficacia del tratamiento de aguas residuales provenientes de la producción de harina de pescado en la ciudad de Manta del Ecuador, mediante el uso de coagulantes sintéticos y naturales; los investigadores determinaron que estas aguas residuales se caracterizaban por sus altos niveles de materia orgánica, turbidez y grasas, dificultando su tratamiento y disposición final; llegando a concluir que a nivel mundial estas industrias muestran preocupación por reducir el volumen y mejorar los parámetros físicos, químicos y biológicos de sus efluentes antes que sean descargadas a los cuerpos de agua o a los sistemas de alcantarillado público; y enfatizaron que el tratamiento inadecuado de estos efluentes constituye una fuente potencial de contaminación ambiental, afectando los recursos hídricos, la salud humana y la biota de los ecosistemas marinos.

Pozo (2022), Universidad Estatal Península De Santa Elena, Ecuador, diseñó una planta para depurar aguas residuales en la Empresa ECUAFEED S.A., en Ecuador; tuvo como objetivo mitigar el impacto ambiental y promover la economía circular en Ecuador, donde la evacuación de aguas residuales de la industria pesquera presenta un desafío significativo debido a la limitada infraestructura de tratamiento; para ello realizó una

exhaustiva revisión de la literatura académica para fundamentar sus variables, junto con la utilización de herramientas de diseño para adaptarlo a las instalaciones existentes de la empresa, así como su análisis de factibilidad; demostrando en sus resultados la viabilidad del sistema propuesto, evidenciando los beneficios de la reutilización de los efluentes y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes, concluyendo que la implementación de dicho sistema no solo optimiza el ciclo de producción de la empresa, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental del país.

Santiaguín-Padilla et al. (2022), en su investigación examinaron y discutieron diversas técnicas para tratar los sólidos en aguas residuales generadas por empresas de procesamiento de pescado, incluyendo los compuestos químicos y otros fluidos resultantes de dicho proceso; concluyendo que los efluentes de esta industria representan una de las causas principales que originan el deterioro ambiental en las áreas cercanas a las descargas, y además enfatizaron de la importancia de desarrollar procesos e investigar en tecnologías hacia un aprovechamiento más responsable de recursos pesqueros, incrementando el valor agregado de tales residuos y minimizando su impacto ambiental; proponiendo el fomento de una cultura orientada al desarrollo sostenible, con el objetivo de contribuir al tratamiento de los efluentes y la reducción de los costos asociados.

Zambrano (2014), Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ecuador, estudió el impacto ambiental del vertido de efluentes industriales en las aguas costeras de la playa de Tarqui, en Ecuador, diagnosticando el sistema de tratamiento y la calidad de sus aguas residuales en empresas costeras a la playa de Tarqui, analizando estas aguas residuales en tres empresas que lo disponen a la playa, reportando variaciones que van de SST 72,00 a 135,00 ppm, AyG < 0,44 a 0,6 ppm, DBO₅ 385,00 a 640,00 ppm y DQO 771,00 a 952,00 ppm. De acuerdo a sus límites permisibles llega a concluir que existen empresas pesqueras

y productoras de grasas y aceites que contaminan las aguas de esta playa tras verterse sus aguas residuales al mar, valores fuera de los límites dispuestos por su norma ambiental; asimismo, tras su diagnóstico considera que las empresas cuentan con sistemas básicos de tratamiento para sus residuales; tal situación provocó que los pobladores de la ciudad de Manta lo considerasen a la playa de Tarqui como contaminada.

González et al. (2010), en su estudio identificó que las plantas de harina y aceite de pescado en Mar del Plata, Argentina, generaban una cantidad significativa de residuos sólidos y grasas, lo que resultaba en la contaminación persistente del cuerpo receptor debido a deficiencias tanto técnicas e insuficiencia de los equipos utilizados en su tratamiento; para ello, se propuso como objetivo mitigar este problema, llevando un trabajo colaborativo entre tres instituciones del país, para reducir la concentración de grasas en los vertimientos, mejorar las prácticas laborales y el mantenimiento de los equipos, y asegurar que se cumplan con las normas de seguridad e higiene, considerando el impacto ambiental y socioeconómico; resultados de este esfuerzo, obtenidos a través de un monitoreo continuo, la aplicación de sanciones y el asesoramiento a las empresas y sus empleados, buscan mejorar la calidad de los vertidos y las operaciones, y que a la vez lo complementaron con un estudio comparativo de las industrias harineras argentinas y su impacto ambiental en relación con países de características similares.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Palacio (2021), Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en una planta de Harina de pescado en Chancay, estudió el tratamiento del Agua de Bombeo en relación al consumo de Sulfato Férrico, entre sus objetivos se propuso la caracterización del agua de bombeo a través de monitoreos de los parámetros de SST, AyG y pH; reportando resultados promedios de los monitoreos inicial y final del agua de bombeo para tres años: año 2019

SST (inicial 5 535 ppm y final 559 ppm), AyG (1 358 ppm y final 152 ppm) y pH (inicial 6,4 unidades de pH y final 5,2 unidades de pH), año 2020 SST (inicial 4 438 ppm y final 495 ppm), AyG (1 525 ppm y final 107 ppm) y pH (inicial 6,5 unidades de pH y final 5,4 unidades de pH), año 2021 SST (inicial 6 631 ppm y final 694 ppm), AyG (1 588 ppm y final 116 ppm) y pH (inicial 6,1 unidades de pH y final 5,8 unidades de pH); llega a concluir que en los tres años evaluados, se presentaron cambios en los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo, y que el tratamiento realizado le permitió cumplir con los LMP dispuesto para los efluentes pesqueros.

Vásquez (2021), Universidad Nacional Del Santa, en la Pesquera Hayduk S.A., estudió la gestión del tratamiento de sus efluentes, realizando la descripción del proceso y a su vez los equipos utilizados para tratar el agua de bombeo en la recuperación de los SST y AyG; asimismo, evaluó la recuperación de los SST y AyG tanto de la sanguaza y del agua de bombeo; y también evaluó su cumplimiento en base a los LMP de D.S. N° 010-2018-PRODUCE; por otro lado, entre sus conclusiones detalla las etapas de recuperación de los SST y AyG del agua de bombeo, con la recuperación primaria (primera etapa con el filtrado de sólidos más grandes y la segunda etapa con la obtención de la espuma de recuperación), la recuperación secundaria de recuperación de sólidos, y para la recuperación de los AyG indica el uso de dos unidades de DAF; asimismo, indica para los sólidos la utilización de las celda de clarificación y la separadora ambiental. Y concluye, tras obtener para la SST 697,2 ppm y para los AyG 296,4 ppm, que se cumplió con el LMP del D.S. N° 010-2018-PRODUCE.

Madrid (2020), Universidad César Vallejo, en su estudio en la empresa pesquera Santa Mónica S.A. Paita, con objeto de reducir los niveles de contaminantes generados, planteó mejoras en el sistema para tratar sus aguas residuales industriales, realizando

previamente un diagnóstico del sistema de tratamiento de los efluentes y con ello las propuestas de mejora para disminuir sus niveles de contaminación, midiendo el pH, DBO, SST, AyG y coliformes fecales como los parámetros de contaminación; reporta para los años 2018, 2019 y 2020, los promedios anuales de monitoreos del efluente: AyG 353 ppm, 309,33 ppm y 318,28 ppm; SST 650 ppm, 647,83 ppm y 702,63 ppm; y pH 9,4, 8,12 y 9 unidades de pH respectivamente; concluye que, tras su diagnóstico los efluentes no están siendo tratados correctamente, lo que estaría produciendo contaminación por los efluentes que genera la empresa.

Carballido (2018), Universidad Privada Del Norte, se propuso reducir la carga contaminante de AyG y SST, a través de la implementación de un sistema para tratar los efluentes en la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A., que permita cumplir los LMP, proponiendo un DAF Físico – químico para tratar los efluentes; reporta que a través de ello que obtuvo valores de AyG que fluctuaron de 11 ppm a 213 ppm, SST desde 24 ppm a 235 ppm, DBO₅ desde 1 280 ppm a 2 672 ppm y pH desde 5,27 a 6,65 unidades de pH; concluye que tras la aplicación del sistema DAF disminuyó los contaminantes y le permitió a provecharlos e incorporarlos al proceso productivo, incrementando la productividad; además, y con ello le permitió dar cumplimiento a los LMP del D.S. N° 010-2008-PRODUCE.

Quevedo (2016), Universidad Nacional de Trujillo, centrando su estudio en la empresa Pesquera Pelayo SAC en Supe Puerto, investigó cómo las nuevas tecnologías de tratamiento de efluentes pesqueros podían reducir la contaminación al ser vertidos en la bahía de Supe Puerto. El objetivo principal era asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental peruana. Para lograrlo, comparó los niveles de SST, AyG, DBO₅ y pH antes y después de implementar estas nuevas tecnologías, que consistían en la aplicación de

productos químicos para coagulación y floculación de los sólidos. Entre sus resultados reporta que la incorporación de estos procesos químicos, después del tratamiento inicial del agua, logró una reducción notable en la carga de contaminantes, especialmente en AyG y SST. Además, el pH se mantuvo dentro de los LMP establecidos por el D.S. N° 010-2008-PRODUCE.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Caracterización de los efluentes

Se observa que, a lo largo del tiempo, las empresas pesqueras en Perú han logrado un avance significativo al integrar progresivamente parte de sus efluentes directamente en el ciclo de producción, de tal manera que hoy en día, elementos como la sanguaza y el agua de cola son reincorporados al proceso productivo; no obstante, una situación diferente se presenta con otros tipos de efluentes, los cuales, aunque son dirigidos a sistemas de tratamiento diseñados para recuperar sus valiosos componentes orgánicos, revelan una eficiencia insuficiente en la mayoría de los casos, lo que se ha hecho evidente a través de los monitoreos continuos realizados en las plantas de harina y aceite de pescado, los cuales demuestran que estos efluentes, incluso después de haber pasado por sus respectivos tratamientos y justo antes de su vertido final al mar, aún contienen niveles considerablemente altos de AyG, SST y DBO5 (PRODUCE, 2009).

2.2.2 Tratamiento físico y químico del agua de bombeo

2.2.2.1 Tratamiento del agua de bombeo

PRODUCE (2009) es enfático al señalar que los equipos destinados al tratamiento del agua de bombeo deben cumplir con características muy específicas y esenciales para su operación efectiva; en primer lugar, establece que estos sistemas tienen que poseer la capacidad intrínseca de procesar la totalidad del volumen de agua de bombeo, sin importar

la magnitud del flujo o la cantidad de agua generada durante las operaciones, garantizando así que ningún volumen quede sin tratar; y en segundo lugar, subraya la necesidad crítica de que dichos equipos demuestren una máxima capacidad para la retención y separación de materia orgánica presentada en el agua, un aspecto crucial que impacta directamente en la reducción de la carga contaminante general antes de que el efluente sea finalmente descargado al cuerpo receptor.

a) Primera opción de tratamiento

Sistema de recirculación del agua de bombeo

PRODUCE (2009) considera al sistema de recirculación como una estrategia para reciclar y reutilizar el agua de bombeo de las embarcaciones, concentrando los sólidos mediante evaporación tras múltiples ciclos, en consecuencia, se presenta el proceso de remoción de aceite y proteína del agua de bombeo al llegar a la planta, seguido de su almacenamiento en tanques para su posterior recirculación a la embarcación, no obstante, se reconoce que la acumulación de proteína disuelta en el agua de bombeo con el tiempo facilita la evaporación, recuperación de proteína y su conversión en harina, haciendo el proceso técnico y económicamente viable, además, con el reciclado se ofrece ventajas como la adaptabilidad a diversos sistemas y la recuperación constante de sólidos, pero requiere precauciones para evitar la formación de gases y el uso de agua dulce para eliminar sales, y finalmente, tiene la posibilidad de utilizar un evaporador para concentrar el agua de bombeo, dependiendo de la configuración de la planta.

b) Segunda opción de tratamiento

De acuerdo a PRODUCE (2009) si no se recircula el agua de bombeo en la Planta, antes de su disposición final deberán ser tratadas y contar para ello con ciertas características mínimas:

Primera Fase: Recuperación de sólidos suspendidos mayores a 1 mm

Es la primera fase del proceso, que busca recuperar los sólidos suspendidos de pescado mayores a 1 mm del agua de bombeo, se utilizan filtros con aberturas máximas de un milímetro, incluyendo filtros rotativos o estáticos conocidos como zarandas vibratorias de alta frecuencia, mallas de acero inoxidable en los tamices rotativos, mientras poliuretano en las zarandas vibratorias, por consiguiente, el porcentaje de recuperación de sólidos superiores a un milímetro varía significativamente según la calidad de la materia prima descargada, siendo mínima con materia prima fresca y mayor con materia prima almacenada durante muchas horas, asimismo, la talla del recurso y el estadio sexual influyen en la recuperación, de modo que la recuperación de sólidos en esta fase oscila entre el 1,5 % y el 8 % del total de la materia prima descargada, y finalmente, los sólidos recuperados se envían para su procesamiento inmediato a las rastras de los cocinadores o hacia las pozas utilizadas para almacenar la materia prima (PRODUCE, 2009).

Segunda fase: Recuperación de aceites y grasas

En esta fase, ocurre la recuperación de AyG, y en menor medida los SST menores a un milímetro, a través de trampas de grasa y tanques de flotación con incorporación de aire, para ello, se emplean tanques circulares o rectangulares, siendo las circulares más recomendables por su diseño que evita la acumulación de sólidos y la formación de puntos anaerobios, además, se menciona la implementación de trampas de grasa, estanques

rectangulares que presentan en su base una pendiente, diseñados de acuerdo al volumen de agua de bombeo, con la grasa empujada hacia la superficie y retenida por un baffle, dirigiendo el efluente al sistema de flotación, asimismo, se destaca el equipo Krofta, utilizado para la recuperación de AyG, que puede alcanzar hasta un 90 % de eficiencia mediante floculantes y coagulantes, y se enfatiza la importancia de la forma de incorporación del aire para la recuperación de grasas, siendo la inyección de microburbujas la más eficiente en tanques de flotación de baja altura, de modo que, la eficiencia de recuperación, al igual que en la primera fase, varía según la calidad de la materia prima, talla y estadio sexual, y se tiene que en esta fase se alcanzan entre el 55 % y el 72 % de recuperación de AyG, y finalmente, la espuma se procesa para recuperar el aceite de pescado, y el líquido restante se vierte a través de emisores submarinos (PRODUCE, 2009).

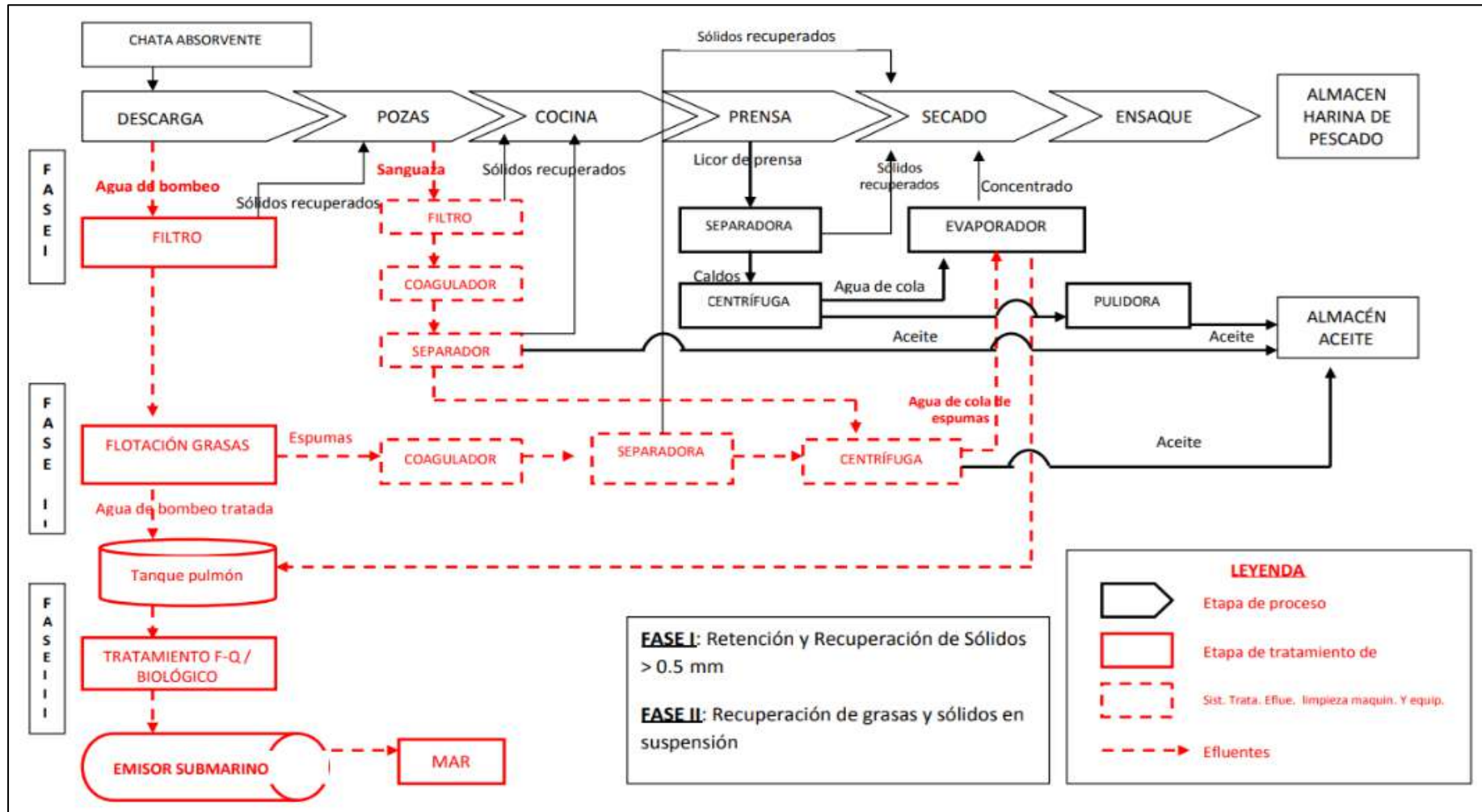
Tercera fase: Tratamiento físico químico o biológico

De acuerdo a PRODUCE (2009) dada la considerable influencia de los efluentes de proceso incluso después de su tratamiento, es esencial implementar una tercera etapa en la que se exploren la eficacia de tratamientos adicionales, sean estos físico-químicos o biológicos para disminuir el contenido graso y carga orgánica que persistieron tras las fases iniciales, de manera que se optimice la calidad del efluente final y se reduzca su impacto ambiental.

De lo expuesto, se presenta el tratamiento típico de efluentes en la Figura 2, donde no se recircula el agua de bombeo.

Figura 2

Fases del tratamiento de efluentes de proceso (agua de bombeo sin recirculación)



Nota. Recuperado de PRODUCE (2009, p. 20).

2.2.3 Tratamiento físico del agua de bombeo

2.2.3.1 Desaguador rotativo

El proceso en planta inicia con el pescado ingresando al Desaguador Rotativo que posee una malla de acero inoxidable de 1/4"x1" que actúa como un colador, enviando el agua de bombeo a una poza, desde donde se bombea a los Regainers desaguadores rotativos con malla de 0,5 mm, que recogen la mayoría de los sólidos presentes en el agua de bombeo, descargándolos a las pozas de pescado, mientras el líquido se dirige a la trampa de grasa para recuperar el aceite, posteriormente la materia prima se descarga en un transportador de malla, con una malla galvanizada de 1/2" que filtra agua de bombeo mezclada con sangre de pescado, también hacia la poza de bombeo estos transportadores llevan el pescado a las pozas recolectoras para su procesamiento, pasando primero por tolvas de pesaje que mediante celdas y un programador determinan el peso en lotes, siendo crucial que un mayor contenido de agua en el pescado incrementa su peso, resultando en un mayor pago a las embarcaciones, lo cual es clave para eliminar la mayor cantidad de agua posible, la presencia excesiva de agua en la materia prima genera desventajas operativas, ya que los equipos de evaporación trabajan sobrecargados elevando el gasto de combustible en los calderos y los equipos de separación por gravedad como separadoras y centrífugas, también deben esforzarse más para separar el agua, por lo tanto, la eliminación de agua durante la descarga es fundamental, tanto para reducir los costos de compra como para evitar la sobrecarga de , equipos en el procesamiento (Alva, 2009).

En la empresa, cuando una embarcación pesquera se acerca a la zona de descarga, se introduce una manguera grande en su bodega para sacar el pescado usando una bomba, esta bomba mezcla el pescado con agua y lo empuja por una tubería, esa agua de bombeo lleva la anchoveta desde el barco por tubos que están bajo tierra hasta la planta, el primer lugar al

que llega esa mezcla es el desaguador rotativo un equipo que separa el agua del pescado al inicio del proceso de descarga en la empresa pesquera.

2.2.3.2 Trommels

El equipo central se encarga de recibir el agua de bombeo, que transporta la materia prima desde las embarcaciones, una mezcla que contiene sangre, escamas, espinas y restos de piel de pescado, generados por la fricción y las curvas del sistema de tuberías, este equipo busca recuperar la mayor cantidad posible de estos sólidos, reincorporándolos a las pozas de pescado para evitar la contaminación marina, una práctica regulada y supervisada por el Ministerio de la Producción en todas las empresas pesqueras del país, esta agua de bombeo que antes se vertía al mar, ahora es tratada en la mayoría de las plantas para recuperar sólidos y grasas los sólidos de mayor tamaño, se separan con equipos Trommel, cestos giratorios de acero inoxidable con una malla de 0,5 mm filtrando el agua de manera óptima, estos sólidos grandes también regresan a las pozas de pescado, mientras que los sólidos menores a 0,5 mm pasan con el agua de bombeo a los diversos sistemas de recuperación de sólidos y grasas (Alva, 2009).

En la Planta, tras la separación inicial de agua y pescado llevada a cabo en el desaguador rotativo donde se elimina una cantidad significativa de humedad, el agua de bombeo es luego impulsada a un sistema de dos trommels consecutivos, donde el primer trommel cuenta con una malla de acero de 0,5 mm diseñada para una remoción más gruesa de sólidos suspendidos, mientras que el segundo trommel posee una malla más fina de 0,3 mm con el objetivo de realizar una separación más exhaustiva y recuperar partículas de menor tamaño que lograron pasar la primera etapa, esta secuencia de filtrado progresivo es fundamental para reducir eficientemente la carga de sólidos antes de las fases posteriores de tratamiento del agua y optimizar la recuperación de materia orgánica.

2.2.3.3 Trampas de grasa

Aquí se logra la recuperación de aceite por separación natural, donde el fondo inclinado del tanque rectangular permite que los sólidos se asienten, mientras las grasas en el agua de bombeo flotan, esto se consigue con un gran volumen de agua que el tanque debe retener por un tiempo prudencial para que las grasas asciendan en un flujo laminar generado por el amplio volumen de agua almacenada, la espuma recuperada se guarda en un tanque separado para su posterior separación del agua de manera similar a una celda de flotación, un transportador de paletas arrastra la espuma hacia una canaleta colectora para su debido procesamiento, además la trampa de grasa posee un control de nivel automático con un sensor que emite ondas electromagnéticas cuyos rebotes son enviados a un PLC que activa la válvula de salida para mantener una altura específica en el tanque (Alva, 2009).

En la planta, el agua de bombeo desde los trommels es almacenada en dos trampas de grasas para la recuperación de espuma, cada trampa de grasa tiene una capacidad de 250 m³ con una eficiencia de recuperación del 85 %. El agua de bombeo tiene que llenar completamente la trampa para alcanzar nivel con las paletas, las paletas arrastran la espuma en el tanque colector de espuma y sanguaza para luego ser llevada a una separadora y centrifuga con el fin de obtener Aceite PAMA. La trampa de grasa atrapa los sólidos en forma de grasa, con un mayor tiempo para la flotación de los componentes grasos en el agua de bombeo al presentar un fondo inclinado. La separación de grasa y agua se da en forma natural, la grasa es elevada a la superficie por su menor densidad, por separación natural. La trampa dos realiza la misma función de recuperación de espuma, pero a diferencia de la primera, esta cuenta con un reactor para una recuperación más rápida, en menos tiempo, de la grasa.

2.2.4 Tratamiento químico del agua de bombeo

2.2.4.1 DAF químico

Luego de la recuperación inicial de espuma en la trampa de grasa por medios naturales, el agua de bombeo se somete a un tratamiento mediante la insuflación de aire a través de membranas microporosas, el DAF químico es idóneo para esta etapa secundaria recuperando sólidos y grasas por ascenso artificial, el cual funciona introduciendo el agua de bombeo por la parte central del tanque circular, al mismo tiempo que por este mismo conducto se inyectan microburbujas de aire con una presión superior a la presión de agua, crucial para mantener esta diferencia constante durante todo el proceso, para asegurar la adecuada disolución del aire en el flujo de agua que es recirculado desde el propio tanque mediante una bomba, este flujo entra a un tubo de dilución donde se inserta el aire en el agua y se distribuye radialmente en el tanque a través de válvulas de membrana mientras una flauta gira alrededor del eje central (Alva, 2009).

En la Planta, después de la recuperación de espuma, el agua de bombeo es enviada al Tanque Ecualizador, lo cual cuenta con 7 planchas y tiene una capacidad de 909 m³. Para iniciar con la etapa química el agua de bombeo desde el tanque ecualizador es transportada mediante bombas al DAF Químico para la formación de lodos y clarificación del agua de bombeo. El agua de bombeo es impulsada del tanque ecualizador al sistema DAF mediante una bomba de desplazamiento positivo. En la línea que alimenta el sistema DAF, en el inicio se agrega el coagulante sulfato férrico, para iniciar el proceso de coagulación-floculación posteriormente en el serpentín se agrega el floculante Polímero Polychem 8750, donde se genera la mezcla en el serpentín, que tiene la función de un mezclador de agua bombeo y productos químicos para coagular y flocular dando paso al proceso químico, donde se desestabilizan las partículas coloides para generar el flot, en este proceso se evidencia la separación de los sólidos suspendidos en el agua. En esta primera parte después del que el agua termina su recorrido por el serpentín con un

tiempo de residencia de 40 segundos a un minuto, continua su recorrido el agua homogenizada hacia el tanque clarificador, se empieza a abastecer el tanque clarificador aproximadamente a un 50 % de su capacidad, para dar inicio a la presurización del agua homogenizada mediante el tanque reactor donde se toma gran parte del agua homogenizada a través de una válvula de alimentación de la bomba del tanque reactor que envía el agua homogenizada al tanque reactor donde se va a generar la mezcla de agua homogenizada y aire que es inyectada con una compresora a una presión de 6 bar que se genera dentro del tanque reactor, dando como resultado un agua presurizada que se retornara al tanque clarificador a una presión de 85 psi dando paso a la formación del súper flot, que al aglomerarse en gran cantidad forman el lodo ambiental. Para continuar con el proceso se lleva al nivel de trabajo aproximadamente a un 90 % de la capacidad del tanque clarificador y a través de un puente giratorio que tiene adherido un cucharón tipo caracol que empieza a recolectar el lodo de la superficie que se formó durante todo el proceso, llevándolo a un tanque de lodos para que pueda ser alimentado a la separadora ambiental; al ser un 1 47 2 66 proceso en línea todo el proceso funciona simultáneamente hasta culminar el agua de bombeo y generar la máxima recuperación de solidos (lodos). Simultáneamente al recuperar los sólidos al nivel del clarificador va a descargando el agua clarificada al emisor para su evacuación al mar cumpliendo los LMP. Los lodos alimentan la separadora ambiental, mientras que el agua clarificada es enviada al mar, esta agua clarificada tiene que cumplir los LMP emitidas por el estado peruano asegurando de esta manera que no se está contaminando el mar. En el caso que no cumpla con los LMP establecidos el agua es retornada el tanque ecualizador para ser tratada nuevamente.

2.2.4.2 Separadora ambiental

La recuperación de aceite se logra mediante fuerza centrífuga, tras introducir el agua separada en una centrífuga, previamente, una separadora retira los sólidos del agua, los cuales son reincorporados al proceso; el agua llega a esta separadora impulsada por una bomba de cavidad positiva desde una caja recolectora, dicha caja recibe la espuma

superficial, con apariencia de cerveza, la cual es arrastrada a ras del agua por paletas plásticas de un Skimmer. Para que este proceso sea efectivo, el flujo de agua debe mantenerse en régimen laminar, se espera que el agua, que inicialmente ingresa a la trampa con un porcentaje de grasa del 3 al 5 %, salga con un contenido reducido entre 1,5 % y 3 % (Alva, 2009).

En la Planta, los lodos formados en el DAF químico alimentan la separadora ambiental donde también se le agrega productos como sulfato férrico (coagulante) y el Polímero Polychem 8750 (floculante) para así poder deshidratar el lodo y simultáneamente clarificar el agua. Al deshidratar el lodo se forma la torta ambiental que es añadida a proceso mediante un transportador helicoidal. En este proceso también se le agrega condensado proveniente de la PAC (Planta de agua de Cola) que se encuentra a una temperatura de 60 °C a 70 °C. El condensado ayuda en la dilución de los sólidos y debido a su alta temperatura ayuda a reducir la humedad de la torta ambiental. El agua clarificada de la separadora ambiental también tiene que cumplir los LMP para ser evacuada al mar, de no ser así esta agua se retorna al tanque ecualizador. El agua clarificada de la separada ambiental se evacua por el emisor junto al agua clarificada del DAF químico.

2.2.5 Legislación ambiental

De acuerdo al Art. 2 del D.S. N° 010-2008-PRODUCE (2008) donde se aprueban los LMP para el sector pesquero, indica sobre su obligatoriedad:

- Cumplimiento obligatorio inmediato o gradual de los LMP.
- Disponer de un sistema integral de tratamiento y para la disposición final de efluentes, teniendo en cuenta aspectos técnicos hidroceanográficos, la bahía donde se descarga y otros.

Figura 3

Etapa física del tratamiento de agua de bombeo

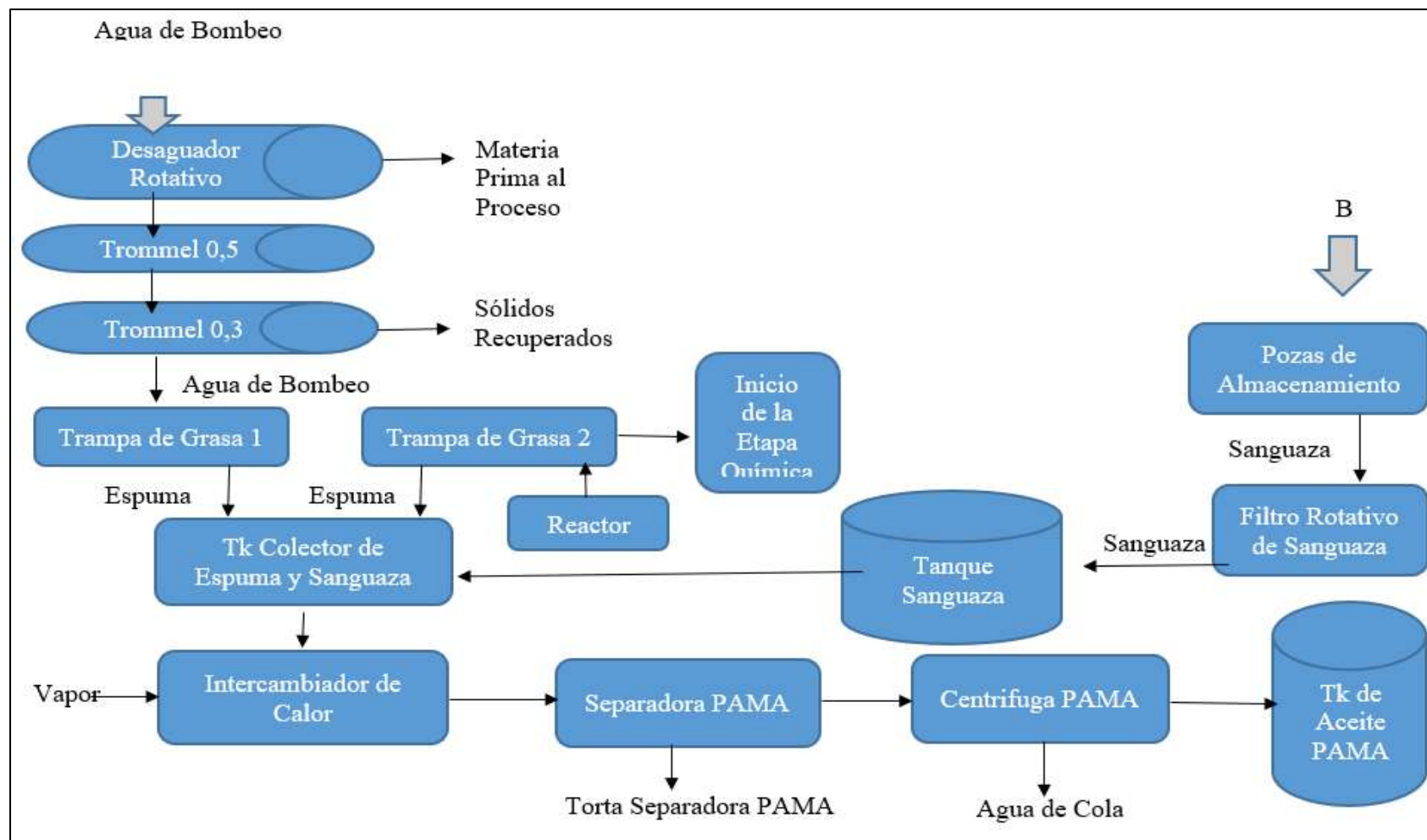
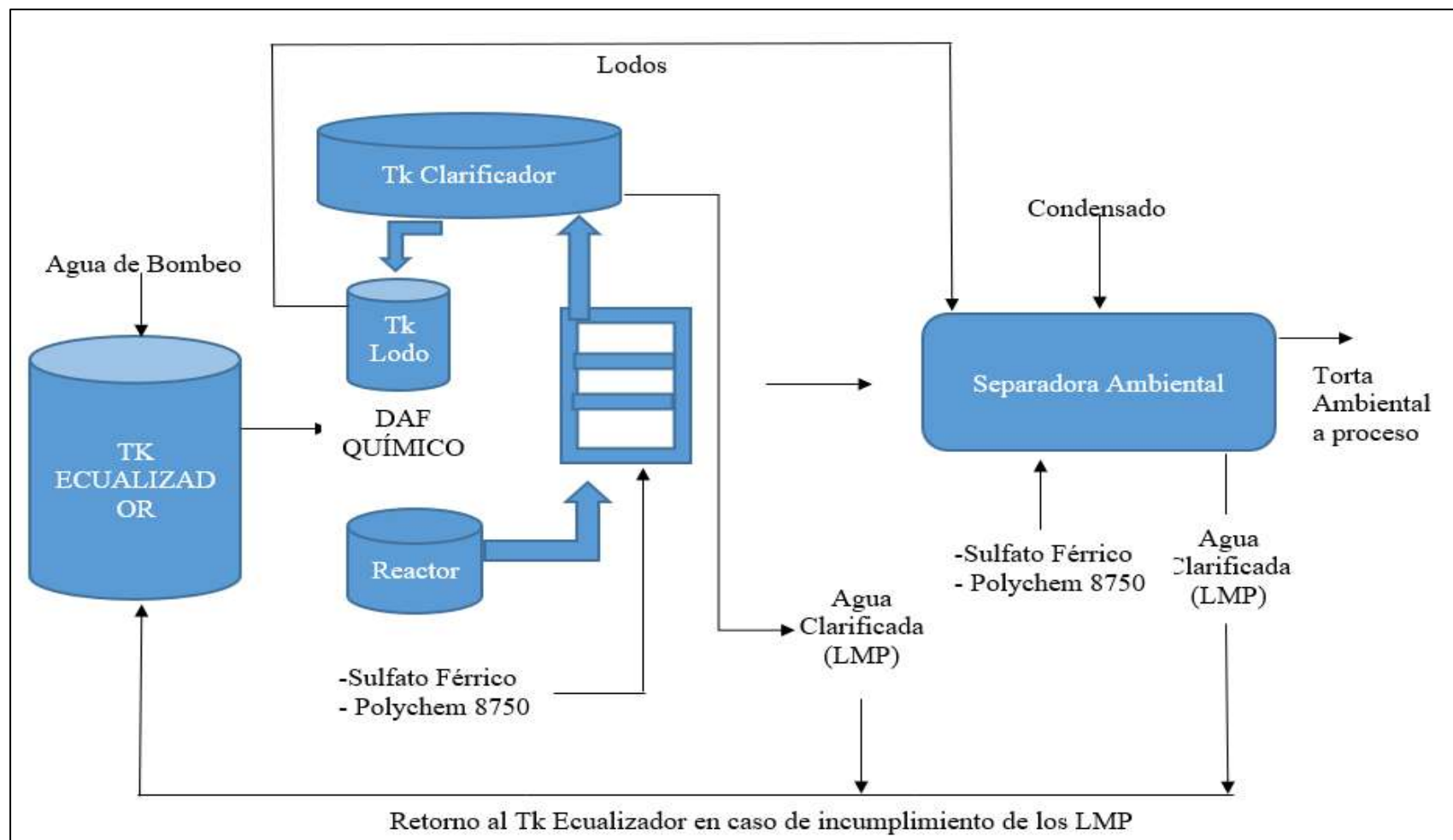


Figura 4

Etapa química del tratamiento de agua de bombeo



- Podrán complementar adicionalmente al tratamiento físico, el químico, bioquímico u otros tratamientos.

En la Tabla 2, se detalla los valores de los LMP aplicados a la industria pesquera.

Tabla 2

LMP para efluentes de la industria pesquera

Parámetros	LMP
AyG	350 mg/L
SST	700 mg/L
pH	5 - 9
DBO ₅	La Autoridad Ambiental Nacional le corresponde elaborar LMP.

Nota. Recuperado de D.S. N° 010-2008-PRODUCE (2008).

2.3 Bases filosóficas

La implementación de la Producción más Limpia (P+L), más allá de su conceptualización, se erige como una práctica sostenible imprescindible para que las empresas adopten soluciones efectivas en la prevención de la contaminación y la mitigación del impacto ambiental generado por sus procesos industriales, ya que su aplicación permite a las organizaciones analizar integralmente sus problemáticas ambientales, desde el origen hasta los efectos derivados de la disposición de desechos, y de este modo, se concluye que la P+L trasciende la noción de innovación, configurándose como una necesidad para optimizar el manejo de materias primas y promover procesos productivos limpios mediante tecnologías igualmente limpias, lo cual conlleva ahorros sustanciales en energía, agua y combustibles, consolidándose como una estrategia para la obtención de beneficios económicos, sin olvidar, la alineación de sus objetivos con los Objetivos de Desarrollo

Sostenible al 2030, específicamente el 6, 7, 9, 11, 12 y 13, que enfatizan la sostenibilidad y la responsabilidad compartida entre los sectores gubernamental, empresarial y comunidad en general, hacia un futuro más sustentable (Fajardo, 2017).

2.4 Definición de términos básicos

Agua de bombeo

R.M. N° 029-2019-PRODUCE (2019) define “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” (p. 21).

Efluente

R.M. N° 029-2019-PRODUCE (2019) define “Aguas cuyas características originales han sido modificadas por la actividad productiva” (p. 23).

Muestra

R.M. N° 029-2019-PRODUCE (2019) “Cantidad de efluente que es colectado a finde conocer sus características físicas, químicas y biológicas” (p. 23).

Punto de monitoreo

R.M. N° 029-2019-PRODUCE (2019) “Ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad y cantidad del efluente en forma periódica” (p. 24).

Vertimiento

R.M. N° 029-2019-PRODUCE (2019) “Evacuación deliberado de desechos u otras sustancias físicas, químicas o biológicas al ambiente en su condición de cuerpo receptor” (p. 24).

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

El tratamiento físico y químico del agua de bombeo se encuentra operando adecuadamente en el cumplimiento de los estándares internos y los LMP del D.S. 010-2008-PRODUCE en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

2.5.2 Hipótesis específica

- Existen diferencias significativas entre los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.
- Existen diferencias significativas entre los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.
- Los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, son significativamente inferiores a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente, del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.
- Los análisis de pH a la salida del DAF Químico se ajustan significativamente entre los LMP 5 y 9, y los análisis de SST y AyG a la salida del DAF Químico son significativamente inferiores a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente, del efluente en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

2.6 Operacionalización de las variables

Palomino et al. (2019) mencionan, a la operacionalización de variables como un proceso sistemático que progresa de lo general a lo particular, y que por lo tanto, conduce a una variable desde su concepción teórica hasta su manifestación empírica, implicando la descomposición de dicha variable en dimensiones, indicadores e índices o ítems, con el fin de facilitar su observación, medición o recolección de datos, además, las variables complejas o abstractas requieren un análisis que abarque dimensiones, indicadores e ítems, mientras que las variables concretas se analizan únicamente mediante indicadores e ítems, y finalmente, se precisa que las dimensiones son componentes derivados de la variable que permiten su medición, los indicadores se derivan de las dimensiones y especifican características medibles, y los indicadores sirven como base para la elaboración de preguntas o ítems en los instrumentos para recolectar los datos.

En la Tabla 3, se detalla la operacionalización de las variables realizado en base a la definición conceptual y operacional, con indicadores viables de medición en el sistema de tratamiento del agua de bombeo.

Tabla 3
Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Sub Dimensión	Indicadores	Valor final	Escala
<u>Variable de caracterización</u> 1. Controles del Tratamiento físico y químico del agua de bombeo	Burgos (2014) en el tratamiento de agua de bombeo considera: 1) “Recuperación Primaria Primera Etapa: Recuperación de Escamas y Sólidos Mayores (Sólidos Trommels)” y 2) “Recuperación Primaria Segunda Etapa: Recuperación de Espumas”, considerando a la “Trampa de Grasa” y la “Flotación por Aire Disuelto (DAF)” (pp. 50-52).	Se controla en el Trommel 1 y 2, los SST a la salida y la recuperación de SST y AyG. En la Trampa de grasas 1 y 2 se controla los AyG a la entrada y salida de ambas trampas de grasas. En el DAF se controla los SST, AyG y pH al ingreso y salida del DAF.	1.1 Análisis del tratamiento físico	Trommel	• Análisis de SST del agua de bombeo salida del Trommel 1 (0,5 mm) • Análisis de SST del agua de bombeo salida del Trommel 2 (0,3 mm)	ppm	Razón
				Trampa de grasas	• Análisis de AyG a la salida de la trampa de grasas	ppm	Razón
			1.2 Análisis del tratamiento químico	DAF químico	• Análisis de SST efluente del DAF • Análisis de AyG efluente del DAF • Análisis de pH efluente del DAF	ppm ppm Valor pH	Razón Razón Escala
<u>Variable de interés</u> 2. Evaluación del tratamiento físico y químico del agua de bombeo	D.S. N° 010-2008 (2008) en el Artículo 2° sobre la Obligatoriedad de los LMP indica: “Para cumplir los LMP establecidos en el artículo 1°, los titulares de los establecimientos industriales pesqueros deberán implementar sistemas de tratamiento químico, bioquímico u otros complementarios al tratamiento físico” (p. 371511).	Se evalúa el funcionamiento de los Trommel 1 y 2, comparando los SST y los SST y AyG recuperados respecto al estándar de la empresa. En la trampa de grasas 1 y 2 se comparan los AyG al ingreso y la salida de ambas trampas respecto al estándar de la empresa. En el DAF se compara los SST, AyG y pH al ingreso y salida del DAF respecto al LMP del D.S. N° 010-2018-PRODUCE.	2.1 Evaluación del tratamiento físico	Trommel	• Evaluación de SST salida del Trommel 1 • Evaluación de SST salida del Trommel 2	Cumple/incumple	Nominal
				Trampa de grasas	• Evaluación de AyG a la salida de la trampa de grasas	Cumple/incumple	Nominal
			2.2 Evaluación del tratamiento químico	DAF	• Evaluación de SST salida del DAF • Evaluación del pH salida del DAF • Evaluación de AyG salida del DAF	Cumple/incumple	Nominal

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

De acuerdo a Palomino et al. (2019) podemos considerar:

Investigación retrospectiva, considerando que la toma de datos fueron recabados de la base e información operativa existente de la empresa pesquera en los diferentes turnos, durante la temporada 2022-II.

Investigación transversal, al recolectarse en un único momento los análisis registrados de los parámetros contaminantes del agua de bombeo, el pH y los SST en el tratamiento físico y el pH , SST y AyG en el tratamiento químico en una empresa pesquera en la temporada 2022-II.

Investigación observacional, al recolectarse los análisis de los tres turnos ya registrados, (pH , SST y AyG), sin ninguna manipulación de ello por parte del investigador, quien se limitó a recolectarlo tal como se estaba presentado en la temporada 2022-II.

Investigación descriptiva, al estudiarse variables de manera independiente (tratamiento físico y químico) sin la búsqueda de relación o causalidad.

Investigación aplicada, al permitir dar respuesta al problema planteado de investigación, de cómo se encuentra operando los tratamientos físicos (trommels y trampa de grasas) respecto al estándar interno y en el tratamiento químico (DAF químico) respecto del LMP que exige la normativa.

3.1.2 Nivel de investigación

Considerando las afirmaciones de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), los estudios descriptivos buscan detallar las características y a su vez perfiles de diversos fenómenos, puede incluir individuos, grupos, comunidades, procesos o incluso objetos, logrando a través de un análisis que se enfoca en especificar sus propiedades únicas

En base a ello, el estudio corresponde a un nivel descriptivo, dado que se evalúa independientemente los parámetros contaminantes del agua de bombeo, el pH y los SST en el tratamiento físico y el pH , SST y AyG en el tratamiento químico en la empresa en la temporada 2022-II.

3.1.3 Enfoque de investigación

De acuerdo a Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) el objetivo de la ruta cuantitativa en la investigación es comprobar hipótesis mediante un proceso secuencial y organizado, donde cada fase depende de la anterior, por lo cual la metodología exige un orden riguroso en sus etapas, así los resultados obtenidos permiten validar o refutar las suposiciones iniciales, aunque se reconozca la posibilidad de ajustar ciertas fases del proceso. Asimismo, Palomino et al. (2019) definen el enfoque cuantitativo como un método que se basa en la recopilación de datos numéricos y su análisis estadístico, teniendo como propósito poner a prueba hipótesis y encontrar patrones de comportamiento, lo que a su vez ayuda a confirmar teorías existentes.

En ese sentido, la investigación presenta un enfoque cuantitativo, dado que se analizarán los reportes de análisis numéricos de los parámetros contaminantes en el tratamiento físico del agua de bombeo y del efluente dispuesto por la empresa pesquera en base al análisis estadístico con los estándares internos de la empresa y los LMP del D.S. N° 010-2018-PRODUCE.

3.1.4 Diseño de investigación

Sobre los diseños no experimentales, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) señalan que el objetivo de los diseños de investigación no experimental es analizar fenómenos sin la manipulación deliberada de variables, para lo cual se emplean metodologías como los diseños transeccionales o transversales, que recolectan datos en un único momento temporal, permitiendo así obtener resultados que reflejan una visión instantánea del fenómeno estudiado, por lo que las conclusiones derivadas de estos diseños se basan en la observación y análisis de las variables tal como acontecen naturalmente, lo cual facilita la descripción de sus características y relaciones sin establecer causalidad directa

Por consiguiente, para el estudio el diseño de la investigación corresponde al diseño no experimental transversal descriptivo, como se representa en la Figura 5.

Figura 5

Diseño no experimental transversal descriptivo

	Donde:	M: Muestra
		O1: pH
		O2: SST
M -----		O3: AyG
O1, O2, O3		

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Palomino et al. (2019) denomina a la población en estadística como "universo", como un conjunto de elementos, ya sean personas u objetos, que comparten características comunes, dicho conjunto puede ser finito o infinito, y sobre el cual se realizan observaciones para obtener datos estadísticos.

Como el estudio es la evaluación del tratamiento físico y químico del agua de bombeo, la población corresponde: Agua de bombeo y efluente del DAF de la Empresa Pesquera en la temporada 2022-II.

3.2.2 Muestra

Palomino et al. (2019) definen la muestra como un subconjunto representativo de una población, cuyo objetivo es inferir las propiedades del conjunto total a partir del análisis de este subgrupo.

De acuerdo a los registros de análisis en la empresa pesquera, la muestra estuvo conformada por: 62 muestras del agua de bombeo en el tratamiento físico y 70 muestras del efluente del DAF en el tratamiento químico de la Empresa en la temporada 2022-II.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Como el control del tratamiento físico y químico del agua de bombeo, es realizado por diferentes profesionales en la empresa a cargo del monitoreo del tratamiento, incluyendo a la investigadora. En ese sentido, se consideró la siguiente técnica:

Datos secundarios (recolectados por otros investigadores)

Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) definen la investigación documental como un proceso que implica la revisión exhaustiva de una variedad de fuentes, incluyendo documentos, registros públicos y archivos, tanto en formato físico como electrónico, con el fin de obtener información relevante para el estudio.

3.3.1 Manipulación y conservación de muestras

Se detalla en la Tabla 4 los criterios a considerar en la manipulación y preservación de las muestras.

Tabla 4

Requerimiento para el muestreo de efluentes

Parámetro	Volumen mínimo a muestrear	Tipo de envase utilizado*	Condiciones de preservación	Máximo para conservación
pH	50 ml	A/B	Análisis inmediato	0,25 horas
SST	1 000 ml	A/B	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	7 días
AyG	1 000 ml	C	Añadir HCl o H_2SO_4 (1:1) hasta $\text{pH}<2$ Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	28 días
DBO ₅	1 000 ml	A/B	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	48 horas
DQO	100 ml	A/B	Añadir H_2SO_4 hasta $\text{pH}<2$ Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	28 días

Nota. Recuperado de R.M. N° 029-2019-PRODUCE (2019). *A: plástico con boca ancha, B: vidrio con boca ancha, C: vidrio ámbar con boca ancha.

3.3.2 Procedimiento de análisis

- Procedimiento de análisis de determinación de AyG (Anexo 5).
- Procedimiento de análisis de determinación de SST (Anexo 6).
- Procedimiento de análisis de determinación de SST por turbidímetro (Anexo 7).
- Procedimiento de análisis de determinación de pH (Anexo 8).

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Al tratarse de una investigación descriptiva, los datos de monitoreo de los parámetros contaminantes del agua se bombeo y del efluente, se organizaron y resumidos en tablas, para su análisis descriptivo; asimismo, se representó mediante gráficos el comportamiento de los parámetros evaluados respecto al estándar interno y/o respecto al LMP del D.S. N° 010-2018-PRODUCE para su análisis e interpretación.

Para la evaluación del tratamiento físico y químico se utilizó la estadística inferencial, considerando un nivel de confianza del 95 % (significancia 5 %). De acuerdo al análisis de normalidad, si estos corresponden a una distribución normal se aplicó la prueba t de Student para una muestra y en caso contrario la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Análisis del tratamiento físico

4.1.1.1 Trommel

La Tabla 5 detalla los descriptivos de los análisis de SST a la salida de los Trommel de 0,5 mm y 0,3 mm. Respecto a la media de ambos trommel, el trommel de 0,5 mm muestra una media de 58 615,3 ppm de SST, mientras que el de 0,3 mm presenta 50 088,4 ppm. Esto indica que el trommel de 0,3 mm es más efectivo en la remoción de sólidos, como era de esperarse debido a su menor tamaño de malla.

Asimismo, los Intervalos de Confianza (LI: Límite inferior y LS: Límite superior) proporcionan un rango donde se espera que se halle la verdadera media poblacional. Se observa que los intervalos son más estrechos para el trommel de 0,3 mm, lo que sugiere una mayor consistencia en su rendimiento.

A su vez, para la desviación Estándar ambos trommels muestran desviaciones estándar relativamente altas (alrededor de 10 000 ppm), lo que indica una variabilidad significativa en la concentración de ST. Sin embargo, la desviación estándar es ligeramente menor para el trommel de 0,3 mm, lo que también respalda su mayor estabilidad.

Sobre el Rango, Mínimo y Máximo de los análisis en los trommel, el rango y los valores mínimo y máximo muestran una amplia fluctuación en la concentración de SST para los dos trommel. Esta variabilidad puede deberse a diversos factores, como las características del agua de bombeo, cantidad de anchoveta procesada y el mantenimiento de los trommels.

Tabla 5

Descriptivos del análisis de SST a la salida de los Trommel, temporada 2022-II

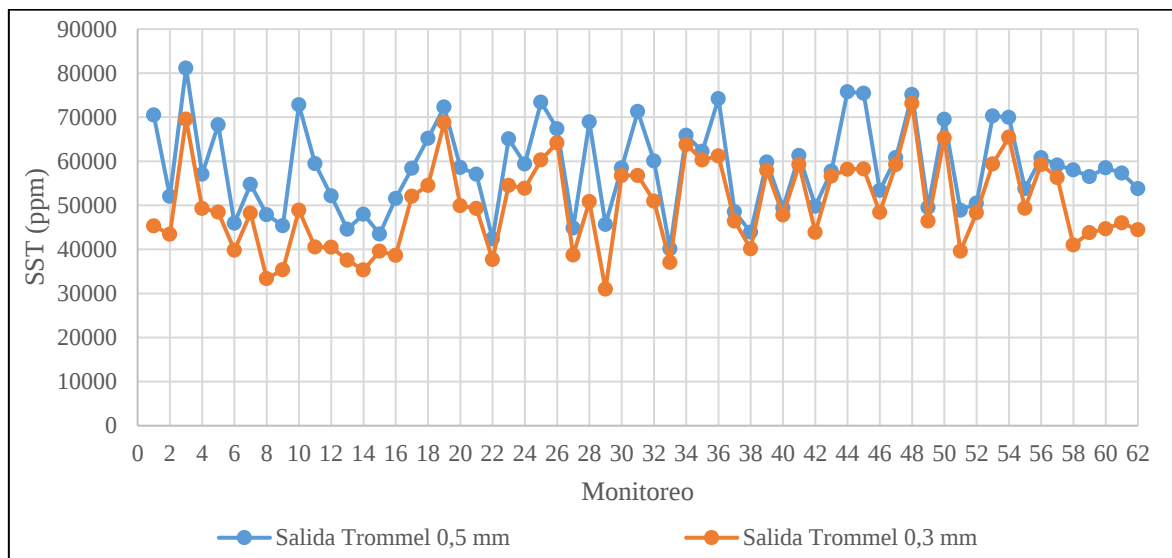
		Salida del Trommel 0,5 mm	Salida del Trommel 0,3 mm
		SST (ppm)	SST (ppm)
Media		58 615,3	50 088,4
Intervalo de confianza	LI	56 043,4	47 573,2
	LS	61 187,2	52 603,5
Desv. Desviación		10 127,5	9 904,2
Rango		41 009	42 133
Mínimo		40 156	30 980
Máximo		81 165	73 113

Por otro lado, la Figura 6 elaborada en base a lo que se muestra en el Anexo 2, muestra los cambios en los análisis de SST a la salida del Trommel 0,5 mm y Trommel 0,3 mm durante la temporada. Sobre la tendencia, la figura muestra claramente la fluctuación de la concentración de SST a lo largo de los 62 monitoreos. Se observa que el trommel de 0,3 mm tiende a mantener niveles de SST más bajos en comparación con el de 0,5 mm. Se puede apreciar que existen picos muy altos en los valores de SST, esto puede deberse a mantenimientos de los equipos, o a picos de sólidos que llegaron en el agua de bombeo.

Respecto a su variabilidad, el comportamiento de ambas presentan una alta variabilidad, lo que refuerza los hallazgos de la tabla 5. Esta variabilidad subraya la necesidad de un monitoreo constante y de la optimización del proceso de filtrado.

Figura 6

Cambio en los análisis de SST a la salida de los Trommel, temporada 2022-II.



En resumen, el análisis de los trommels de 0,5 mm y 0,3 mm en la remoción de sólidos totales (SST) del agua de bombeo durante la temporada 2022-II reveló diferencias significativas en su rendimiento. El trommel de 0,3 mm demostró una mayor efectividad en la reducción de SST, con una media más baja y una menor variabilidad en comparación con el trommel de 0,5 mm. Sin embargo, ambos trommels presentaron una alta fluctuación en la concentración de SST a lo largo de los monitoreos, lo que sugiere la influencia de factores externos y la necesidad de optimizar el proceso de filtrado.

4.1.1.2 Trampa de grasas

La Tabla 6 detalla los descriptivos de los análisis de AyG a la entrada y salida de las trampas de grasa. Respecto a la media se observa una disminución significativa en la concentración de AyG a medida que el agua de bombeo circula por las trampas de grasa. La media de AyG disminuye de 6 969,6 ppm en el ingreso de la Trampa de Grasa N° 1 a 4 163,5 ppm en el ingreso de la Trampa de Grasa N° 2, y finalmente a 1 817,7 ppm en la salida

de la Recuperación de la Trampa de Grasa N° 2. Esto indica que el sistema de trampas de grasa es efectivo en la remoción de AyG.

Asimismo, los intervalos de confianza (LI y LS) muestran una tendencia similar a la media, con una reducción progresiva a lo largo del proceso. Esto refuerza la observación de la efectividad del sistema.

A su vez, para la desviación Estándar, también disminuye significativamente a medida que el agua pasa por las trampas de grasa. Esto sugiere que el proceso de remoción de AyG se vuelve más estable y consistente a medida que avanza.

Sobre el Rango, Mínimo y Máximo de AyG también muestran una reducción significativa, lo que indica una disminución en la variabilidad de la concentración de AyG.

Tabla 6

Descriptivos del análisis de AyG en la Trampa de Grasa, temporada 2022-II

		Ingreso Trampa de Grasas N° 1 AyG (ppm)	Ingreso Trampa de Grasas N° 2 AyG (ppm)	Salida Recuperación Trampa de Grasas N° 2 AyG (ppm)
Media		6 969,6	4 163,5	1 817,7
Intervalo de confianza	LI	6 369,8	3 801,1	1 649,9
	LS	7 569,5	4 525,9	1 985,5
Desv. Desviación		2 362,1	1 427,1	660,7
Rango		7 980	5 600	2 000
Mínimo		2 000	1 400	1 000
Máximo		9 980	7 000	3 000

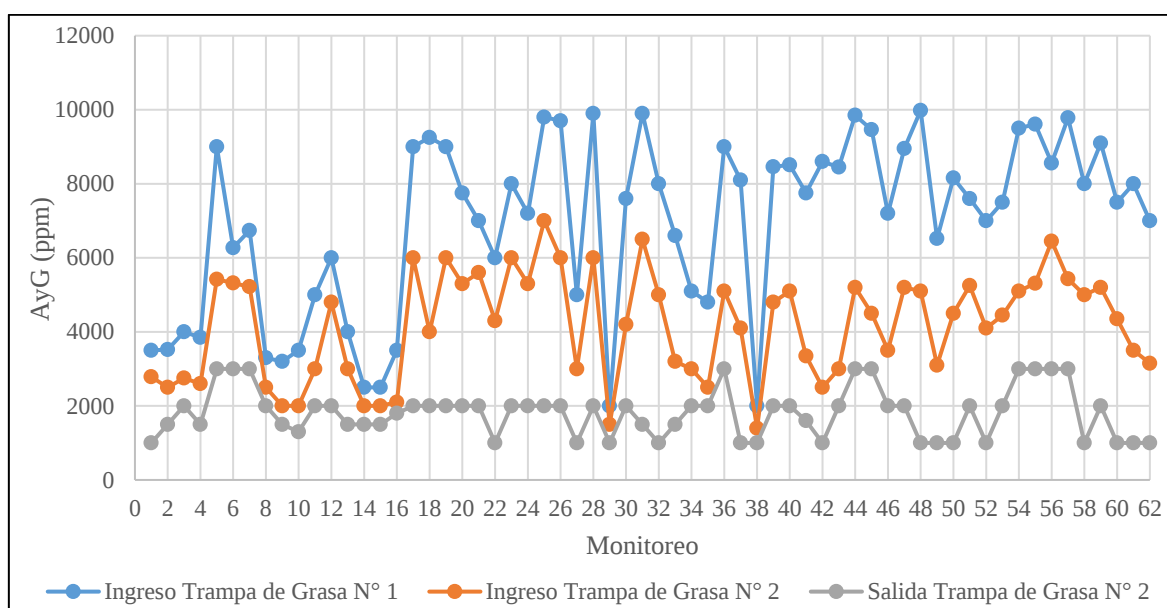
Por otro lado, la Figura 7 elaborada en base a lo que se muestra en el Anexo 2, muestra la reducción de la concentración de AyG a lo largo de los 62 monitoreos. Se observa que la línea que representa la salida de la Recuperación de la Trampa de Grasa N° 2 se mantiene consistentemente baja en comparación con las líneas de ingreso.

Asimismo, se puede apreciar que existen picos muy altos en AyG de ingreso de la trampa 1 y 2, esto puede deberse a picos de grasa que llegaron en el agua de bombeo.

Respecto a su variabilidad, las líneas de ingreso muestran una mayor variabilidad en comparación con la línea de salida, lo que refuerza los hallazgos de la Tabla 6.

Figura 7

Comportamiento en análisis de AyG a la Trampa de Grasa, temporada 2022-II.



En resumen , el análisis de las trampas de grasa durante la temporada 2022-II reveló una disminución significativa en AyG, a medida que el agua de bombeo circula por el sistema. La media de AyG disminuyó de 6 969,6 ppm en el ingreso de la Trampa de Grasa N° 1 a 1 817,7 ppm en la salida de la Recuperación de la Trampa de Grasas N° 2, lo que indica la efectividad del sistema en la remoción de AyG. La desviación estándar también disminuyó, lo que sugiere una mayor estabilidad y consistencia en el proceso de remoción. La figura de los monitoreos confirma esta tendencia, mostrando una reducción consistente en la concentración de AyG a lo largo del tiempo.

4.1.2 Análisis del tratamiento químico

4.1.2.1 DAF químico

En la Tabla 7, se detallan los descriptivos del análisis de ingreso y efluente del DAF químico. De ello se puede apreciar:

Sobre el pH, se aprecia una ligera disminución en el pH del agua de bombeo después del tratamiento con el DAF químico. La media del pH disminuye de 6,27 en el ingreso a 5,73 en el efluente. Esto indica que el tratamiento químico está afectando la acidez del agua. Asimismo, la variación del pH es relativamente baja, pero es importante monitorearla para asegurar que el efluente cumpla con los estándares ambientales.

Para los SST, se aprecia una disminución significativa en los SST después del tratamiento. La media de SST disminuye de 8 174,1 ppm en el ingreso a 1 718,6 ppm en el efluente. Esto indica que el DAF químico es efectivo en la remoción de SST.

La desviación estándar de SST es alta en el ingreso, lo que sugiere una variabilidad significativa en la concentración de sólidos. Después del tratamiento, la desviación estándar disminuye, lo que indica una mayor estabilidad en la concentración de SST.

Para los AyG, se aprecia una disminución significativa en la concentración de AyG después del tratamiento. La media de AyG disminuye de 337,5 ppm en el ingreso a 168,7 ppm en el efluente. Esto indica que el DAF químico también es efectivo en la remoción de AyG. Al igual que los SST, se ve una reducción considerable de los AyG.

Tabla 7*Descriptivos del análisis de ingreso y efluente del DAF químico, temporada 2022-II*

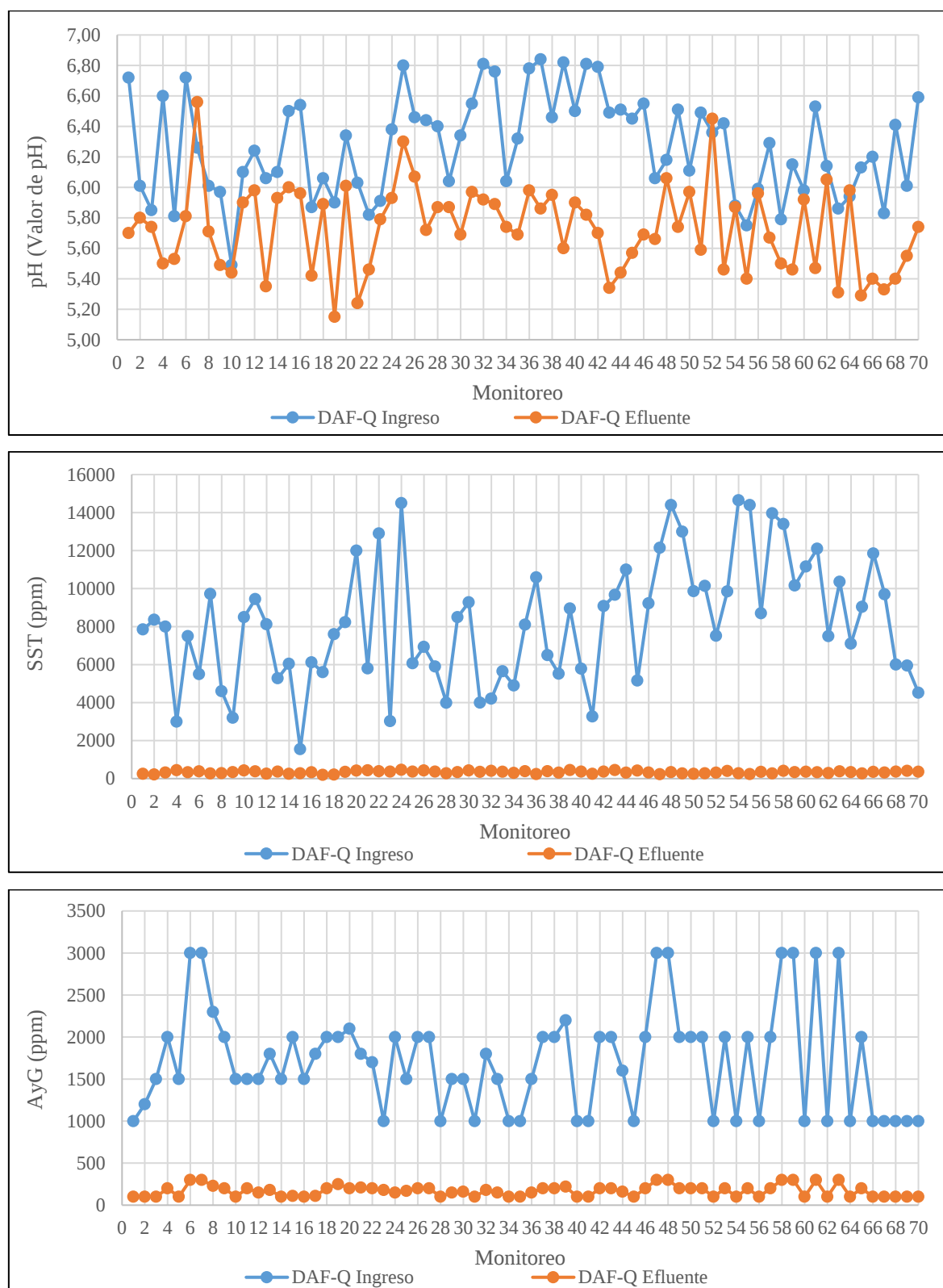
		Ingreso			Efluente		
		pH	SST (ppm)	AyG (ppm)	pH (Valor de pH)	SST (ppm)	AyG (ppm)
Media		6,27	8 174,1	1 718,6	5,73	337,5	168,7
Intervalo de confianza	LI	6,19	7 412,1	1 570,4	5,66	321,7	153,0
	LS	6,35	8 936,2	1 866,7	5,80	353,2	184,4
Desv. Desviación		0,3268	3 195,783	621,427	0,2803	0,280	65,870
Rango		1,35	13 100,0	2 000,0	1,41	1,41	200,0
Mínimo		5,49	1 550	1 000	5,15	5,15	100
Máximo		6,84	14 650	3 000	6,56	6,56	300

Al representar los 70 monitoreos mostrados en el Anexo 3, mediante la Figura 8, se puede afirmar que complementan la información de la Tabla 7, mostrando la tendencia de los parámetros a lo largo de los monitoreos. Se observa claramente la reducción de SST y AyG después del tratamiento. Se aprecia que el pH tiene una fluctuación muy variable, y que se debería estudiar más a fondo.

En resumen, el análisis del DAF químico durante la temporada 2022-II reveló una reducción significativa en los SST y AyG en el agua de bombeo. La media de SST disminuyó de 8 174,1 ppm a 1 718,6 ppm, y la media de AyG disminuyó de 337,5 ppm a 168,7 ppm. Esto indica que el DAF químico es efectivo en la remoción de SST y AyG. Se observó una ligera disminución en el pH del agua después del tratamiento, lo que sugiere que el tratamiento químico está afectando la acidez del agua.

Figura 8

Comportamiento en análisis del pH, SST y AyG ingreso y efluente del DAF químico, temporada 2022-II.



4.1.3 Evaluación del tratamiento físico

4.1.3.1 Trommels

Evaluación de los SST salida del Trommel 1

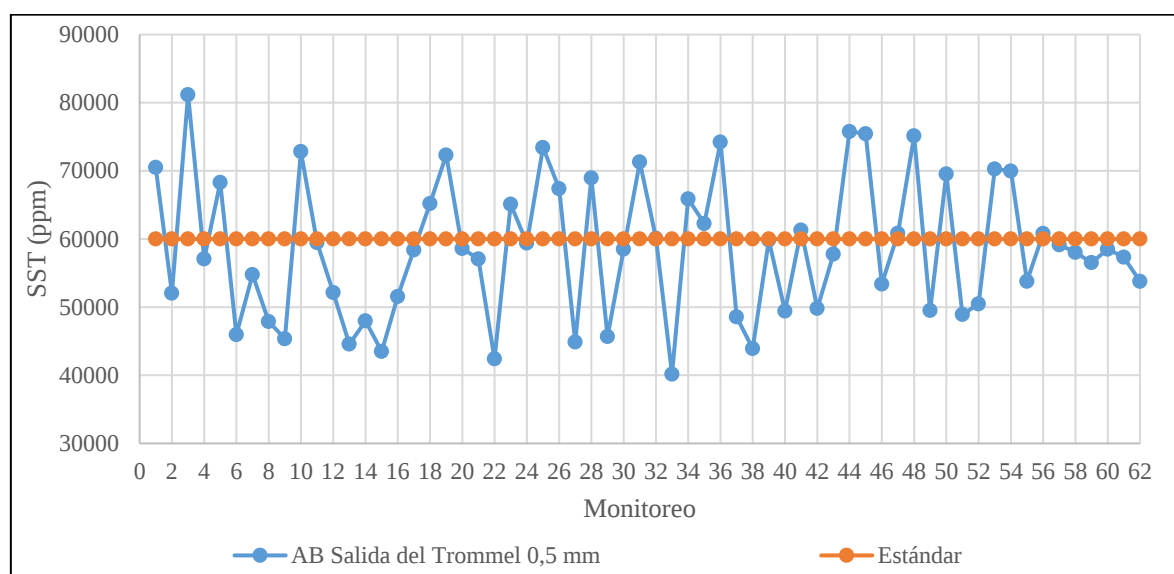
De los análisis mostrados del Anexo 2, se elaboró la Figura 9, donde se tiene:

Respecto a los SST, se muestra una alta variabilidad en la concentración de SST a lo largo del tiempo a la salida del Trommel 1, esto sugiere que el proceso de tratamiento físico no está logrando una remoción de SST consistente. Asimismo, se presenta excedencia del estándar en varios puntos del monitoreo, superando el estándar de 60 000 ppm, pudiendo deberse a las fluctuaciones de la calidad de materia prima abastecida a la planta.

Sobre la eficiencia del Trommel 1, si bien en algunos puntos la concentración de SST está por debajo del estándar, la alta variabilidad y las excedencias indican que la eficiencia del Trommel 1 es fluctuante y, en general, se requiere que la etapa siguiente del Trommel 2 garantice la reducción de los SST del agua de bombeo.

Figura 9

Variación del SST Trommel 1 respecto al estándar interno, temporada 2022-II.



Evaluación de los SST salida del Trommel 2

De los análisis mostrados del Anexo 2, se elaboró la Figura 10, donde en base a ello se puede analizar:

Sobre la reducción de los SST, al igual que en el análisis anterior, se aprecia una disminución general en los SST después del trommel 2. Esto indica que el trommel 2 sigue contribuyendo a la remoción adicional de sólidos suspendidos.

Respecto al cumplimiento del Estándar de 50 000 ppm, al compararlo se observa que los SST se acerca más al límite permitido. Se puede observar que hay varias mediciones que sobrepasan el estándar de 50 000 ppm.

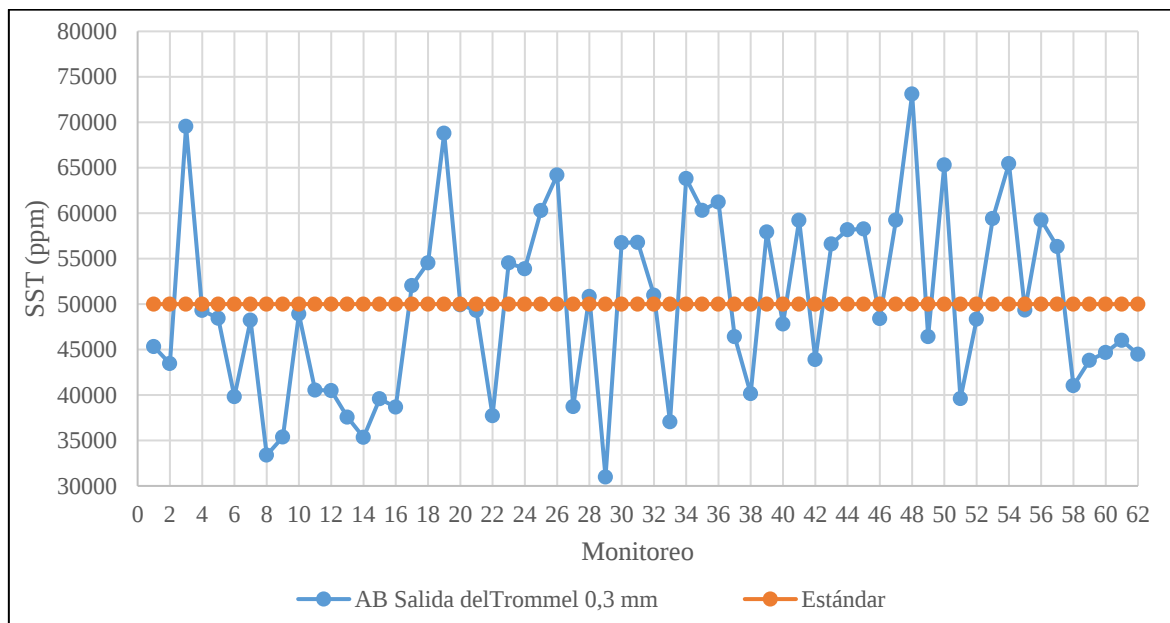
Referente a la variabilidad, la variabilidad en la concentración de SST parece ser menor en comparación con los resultados del trommel 1. Sin embargo, al aplicar un estándar más estricto, se hacen evidentes las excedencias, lo que indica que, aunque el trommel 2 mejora la estabilidad, aún existen fluctuaciones que superan el nuevo límite.

En lo que respecta a la efectividad de la malla de 0,3 mm, el uso de esta malla en el trommel 2 sigue demostrando ser efectivo para remover partículas más finas de SST. Sin embargo, la comparación con el estándar de 50 000 ppm revela que la efectividad tiene sus límites y que se podría necesitar un tratamiento adicional.

En general, la evaluación del proceso en dos Etapas, el proceso de tratamiento en dos etapas (trommel 1 y trommel 2) está demostrando ser efectivo para reducir la concentración de SST. Sin embargo, al aplicar el nuevo estándar, el proceso se encuentra en el límite de su efectividad.

Figura 10

Variación del SST Trommel 2 respecto al estándar interno, temporada 2022-II.



4.1.3.2 Trampa de grasas

Evaluación de los AyG salida de la Trampa de Grasa

De los análisis mostrados del Anexo 2, se elaboró la Figura 11, donde en base a ello se puede analizar:

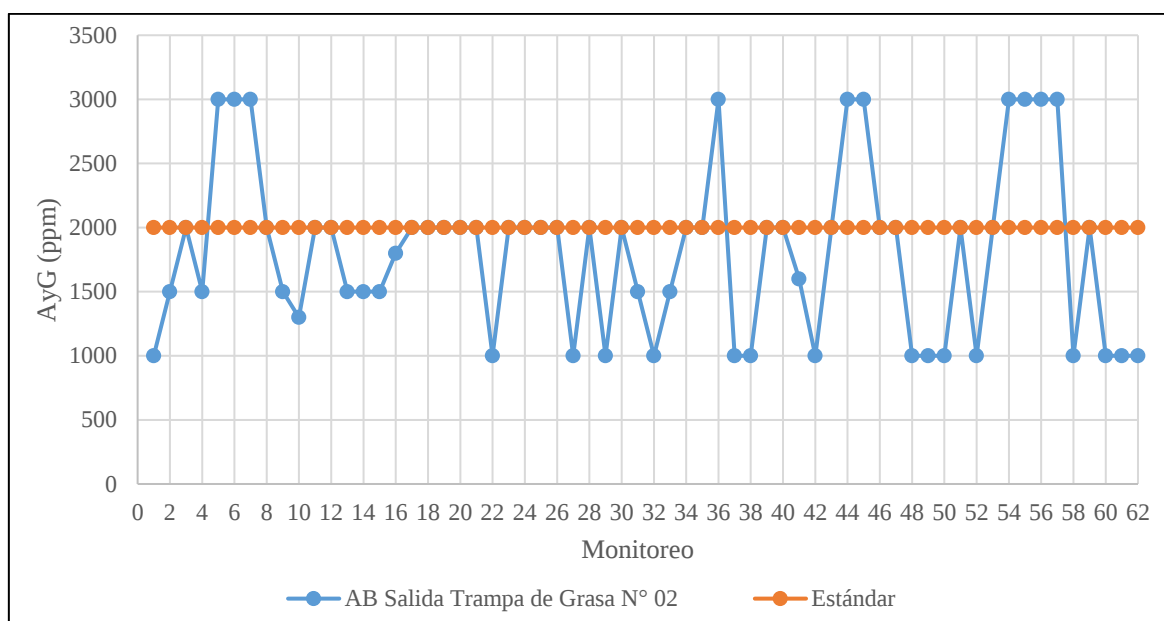
Sobre la excedencia del estándar, al comparar con el estándar de 2 000 ppm, se observa que en varios puntos del monitoreo, la concentración de AyG supera este límite. Esto indica que la trampa de grasa N° 2 no está logrando consistentemente reducir la concentración de AyG a niveles aceptables internamente.

Respecto a la variabilidad, la Figura 11 muestra una variabilidad significativa en la concentración de AyG a lo largo periodo. Esto sugiere que el proceso de tratamiento mediante la trampa de grasa N° 2 no está proporcionando una remoción de AyG estable.

En lo que respecta a la efectividad de la trampa de grasa, que por su naturaleza, está diseñada principalmente para remover grasas y aceites. Su efectividad para reducir otros contaminantes, como los que se miden como AyG, puede ser limitada.

Figura 11

Variación AyG de trampa de grasas respecto al estándar interno, temporada 2022-II.



4.1.4 Evaluación del tratamiento químico

4.1.4.1 DAF químico

Evaluación del pH salida del DAF químico

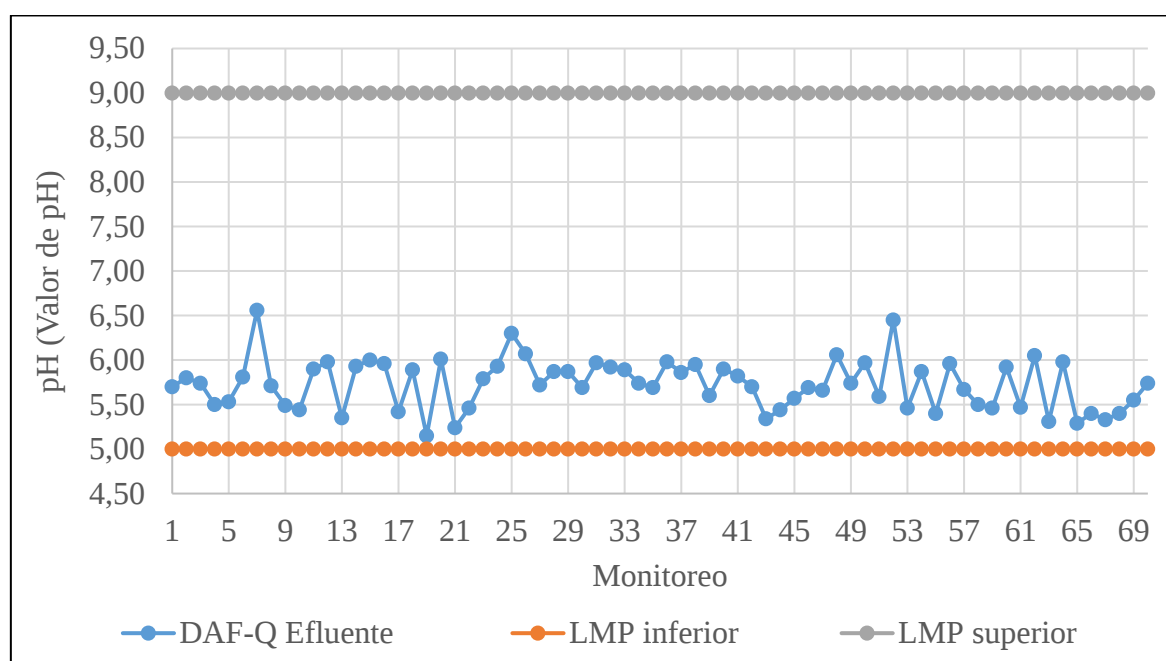
Sobre el cumplimiento del Estándar, la Figura 12 muestra que en todos los puntos de monitoreo, el pH del efluente del DAF químico se mantiene dentro de 5 a 9. Esto indica que el DAF químico está logrando mantener el pH del efluente dentro de los LMP establecidos.

Respecto a la estabilidad del pH, la figura muestra una relativa estabilidad durante la temporada. Esto sugiere que el proceso de tratamiento mediante el DAF químico está proporcionando una regulación del pH consistente.

En lo que respecta a la efectividad del DAF Químico, los resultados indican que el DAF químico está siendo efectivo para mantener el pH del efluente dentro del rango aceptable. De importancia para garantizar la calidad del agua tratada y para cumplir con los requisitos de la normativa.

Figura 12

Comportamiento del pH respecto a los LMP salida del DAF químico, temporada 2022-II.



Evaluación de los SST salida del DAF químico

Sobre el cumplimiento del LMP, la Figura 13 muestra que en todos los puntos de monitoreo, la concentración de SST del efluente del DAF químico se mantiene significativamente por debajo del LMP de 700 ppm. Esto indica que el DAF químico está logrando mantener la concentración de SST del efluente dentro del estándar establecido.

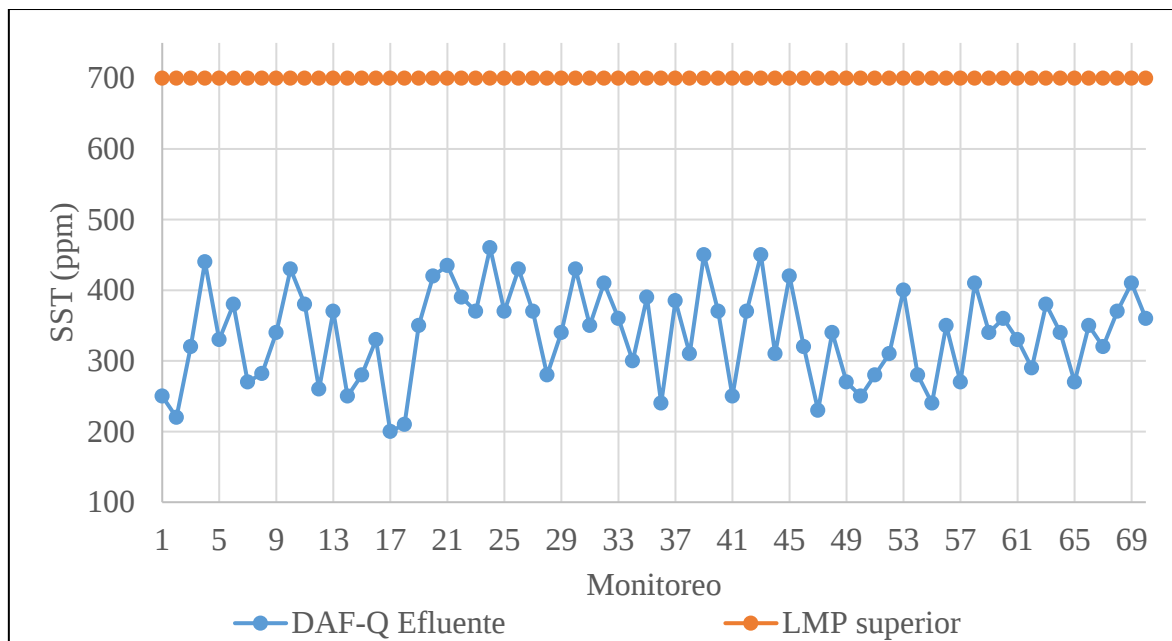
Respecto a la estabilidad de la concentración de SST, La figura muestra que la concentración de SST del efluente del DAF químico se mantiene relativamente estable

durante la temporada, con fluctuaciones mínimas. Esto sugiere que el proceso de tratamiento mediante el DAF químico está proporcionando una remoción de SST consistente.

En lo concerniente a la efectividad del DAF Químico, los resultados indican que el DAF químico está siendo efectivo para mantener la concentración de SST del efluente por debajo del LMP. De importancia para garantizar la calidad del agua tratada y para cumplir con los requisitos reglamentarios.

Figura 13

Comportamiento de SST respecto a los LMP salida del DAF químico, temporada 2022-II.



Evaluación de los AyG salida del DAF químico

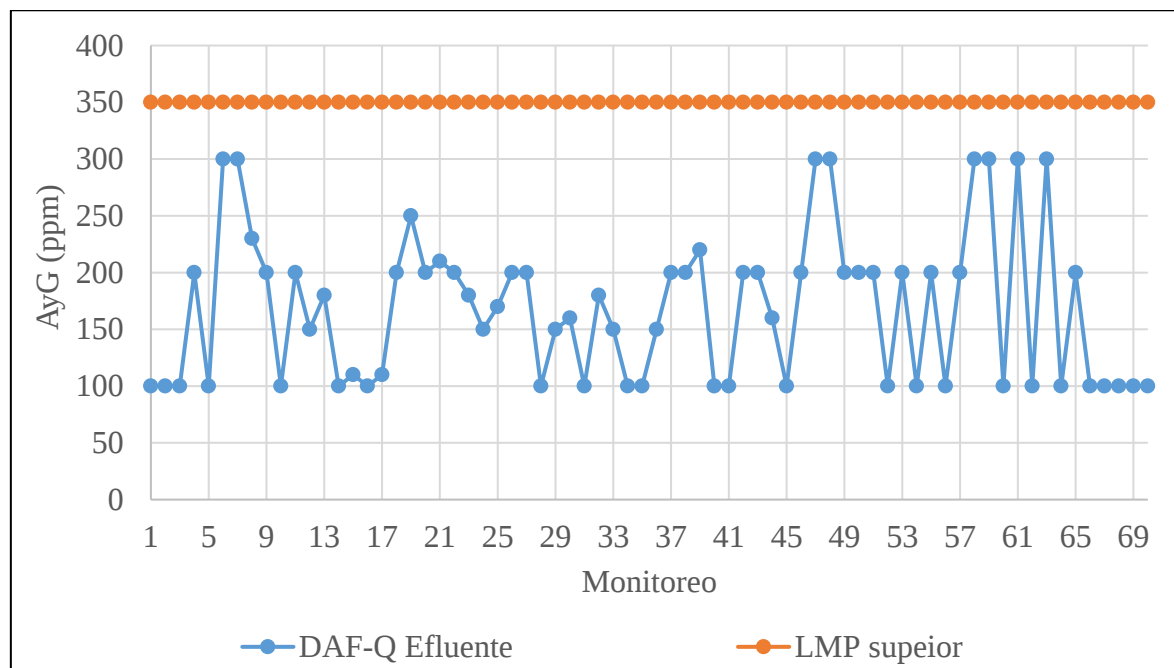
Sobre el cumplimiento del LMP: La Figura 14 muestra que en todos los puntos de monitoreo, la concentración de AyG del efluente del DAF químico se mantiene por debajo del LMP de 350 ppm. Esto indica que el DAF químico está logrando mantener la concentración de AyG del efluente dentro del estándar establecido.

Respecto a la variabilidad en la concentración de AyG, la figura muestra que la concentración de AyG del efluente del DAF químico presenta variabilidad a lo largo del tiempo, con fluctuaciones entre aproximadamente 100 y 300 ppm. Sin embargo, todas las mediciones se mantienen por debajo del LMP.

En lo que respecta a la efectividad del DAF Químico, los resultados indican que el DAF químico está siendo efectivo para mantener la concentración de AyG del efluente inferior al LMP. De importancia para garantizar la calidad del agua tratada y para cumplir con los requisitos reglamentarios.

Figura 14

Comportamiento de AyG respecto a los LMP salida del DAF químico, temporada 2022-II.



4.2 Contratación de hipótesis

Se ha considerado la notación para los contrastes estadísticos:

- H_0 : Hipótesis nula. (Si $p\text{-valor} \geq 0,05$ se retiene H_0).
- H_a : Hipótesis alterna. (Si $p\text{-valor} < 0,05$ se chaza H_0 y se acepta H_a).

4.2.1 Contraste de hipótesis general

Hipótesis estadística general

El tratamiento físico y químico del agua de bombeo se encuentra operando adecuadamente en el cumplimiento de los estándares internos y los LMP del D.S. 010-2008-PRODUCE en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Interpretación

De acuerdo a los contrastes de hipótesis detallados en los acápites posteriores, se tiene que el tratamiento físico y químico aplicado al agua de bombeo se encuentra operando adecuadamente, cumpliendo con los estándares internos dispuestos y a su vez se viene cumpliendo con los LMP que establece el D.S. 010-2008-PRODUCE en la disposición de sus efluentes para la empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

4.2.2 Contraste de hipótesis específicas

4.2.2.1 Uniformidad del tratamiento físico trommel 1 y 2 y trampa de grasas

H_0 : No existen diferencias significativas entre los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Ha: Existen diferencias significativas entre los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Significancia 5 % (0,005)

Normalidad de los datos

Para las pruebas de normalidad, se han considerado:

- Hipótesis nula: Se ajustan a normalidad ($p\text{-valor} \geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: No se ajustan a normalidad ($p\text{-valor} < 0,05$).

En la Tabla 8, los p-valores de SST del Trommel 1 y 2 son superiores a 0,05, por lo que se tiene que retener la hipótesis nula. Por lo tanto, los datos para SST se pueden considerar normalmente distribuidos.

Asimismo, el p-valor de la salida de AyG de la Trampa de Grasa es 0,000, que es inferior a 0,05, por lo que se tiene que rechazar la hipótesis nula, y por lo tanto, estos datos no siguen una distribución normal.

Tabla 8

Normalidad de los datos a la salida de SST del Trommel 1 y 2, y AyG de Trampa de Grasa

	Estadístico	p-valor	Normalidad
SST del Trommel 1 de 0,5 mm	0,075	0,200	Si
SST del Trommel 2 de 0,3 mm	0,078	0,200	Si
AyG salida de la Trampa de Grasa	0,230	0,000	No

Nota. Elaborado con la prueba Kolmogorov-Smirnov

Aplicación de la prueba estadística

De acuerdo a la Tabla 8, al tratarse de una hipótesis de un solo grupo, y de acuerdo a su normalidad, para evaluar los SST a la salida del Trommel 1 y 2 se aplicó la prueba t de Student de una muestra; y para la evaluación de los AyG a la salida de trampa de grasas, se aplicó la prueba de Wilcoxon para una muestra.

Para analizar la uniformidad del tratamiento físico, se planteó para los SST a la salida del Trommel 1 y 2, y de los AyG a la salida de la Trampa de Grasa, la comparación respecto a sus medias, considerando las siguientes hipótesis:

SST del Trommel 1, respecto a la media:

- Hipótesis nula: $SST = 58\,615,3 \text{ ppm}$ (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $SST \neq 58\,615,3 \text{ ppm}$ (p-valor $< 0,05$).

SST del Trommel 2, respecto a la media:

- Hipótesis nula: $SST = 50\,088,4 \text{ ppm}$ (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $SST \neq 50\,088,4 \text{ ppm}$ (p-valor $< 0,05$).

AyG a la salida de trampa de grasas, respecto a la media:

- Hipótesis nula: $AyG = 1\,817,7 \text{ ppm}$ (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $AyG \neq 1\,817,7 \text{ ppm}$ (p-valor $< 0,05$).

Resultados de las pruebas estadísticas detallados en la Tabla 9.

Tabla 9

Comparación de la salida de los SST del Trommel 1 y 2 y de AyG de Trampa de Grasa respecto a la media del conjunto de datos

Estadístico		Valor de comparación (Media)	Valor	p-valor	Aceptar
t de Student de una muestra	SST del				
	Trommel 1 de 0,5 mm	58 615,3	t = 0,000	1,000	Ho
	SST del				
	Trommel 2 de 0,3 mm	50 088,4	t = 0,000	1,000	Ho
Wilcoxon para una muestra	AyG salida de la Trampa de Grasa	1 817,7	-	0,715	Ho

Nota. Para hipótesis SST $\neq$ y t positivo o negativo: p-valor = Sig.

Interpretación

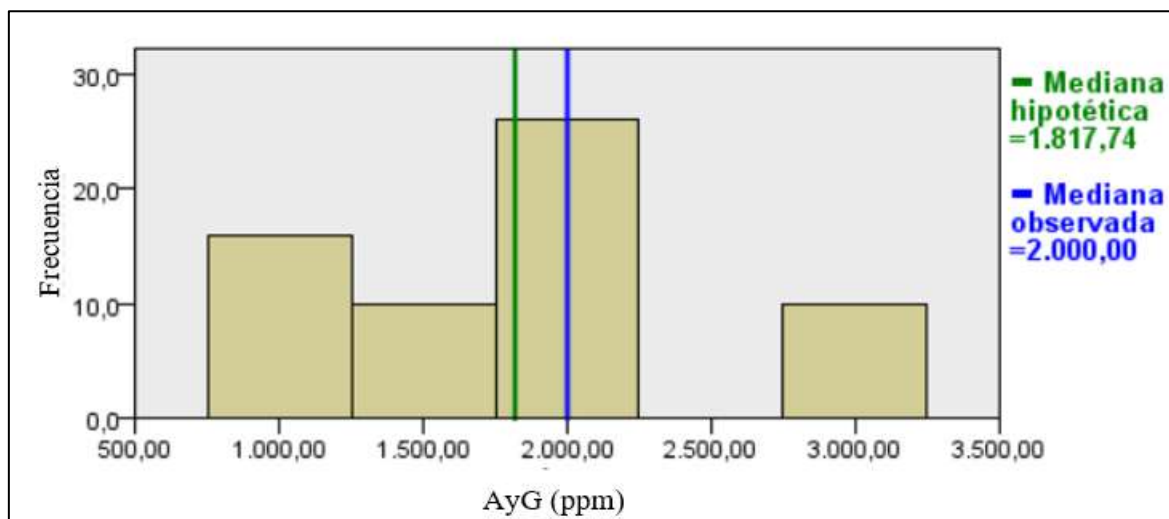
De la Tabla 9, para los SST de los Trommels 1 y 2, el p-valor obtenido (1,000) en ambos casos es muy superior a 0,05, aceptándose la hipótesis nula, en que los SST a la salida del Trommel 1 y 2 no presentan diferencias significativas respecto a su media (58 615,3 ppm y 50 088,4 ppm respectivamente).

Asimismo, el p-valor (0,715) para los AyG a salida de la Trampa de Grasa, es mayor que 0,05, reteniéndose la hipótesis nula de que los AyG a la salida de la Trampa de Grasas no presentan diferencias significativas respecto a su media (1 817,7 ppm). (Ver Figura 15).

Figura 15

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra para los AyG a la salida

Trampa de Grasa



En resumen, como en todos los casos el p-valor es superior a 0,05, se retiene la hipótesis nula, de que no existen diferencias significativas entre los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

4.2.2.2 Uniformidad del tratamiento químico a la salida del DAF químico

Ho: No existen diferencias significativas entre los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Ha: Existen diferencias significativas entre los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Significancia 5 % (0,005)

Normalidad de los datos

Asimismo, para las pruebas de normalidad, se han considerado:

- Hipótesis nula: Se ajustan a normalidad ($p\text{-valor} \geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: No se ajustan a normalidad ($p\text{-valor} < 0,05$).

En la Tabla 10, el p-valor para el pH y SST del efluente del DAF químico obtenidos (0,200 en ambos casos) son superiores a 0,05, aceptándose la hipótesis nula, en que los valores de pH y SST se distribuyen normalmente. Por el contrario, para los AyG el p-valor obtenido (0,000) es muy inferior a 0,05, esto proporciona evidencia sólida para rechazar la hipótesis nula y concluir que estos datos no se distribuyen normalmente.

Tabla 10

Normalidad de los datos de pH, SST y AyG del efluente del DAF químico

	Estadístico	p-valor	Normalidad
DAF-Q Efluente pH	0,080	0,200	Si
DAF-Q Efluente SST (ppm)	0,086	0,200	Si
DAF-Q Efluente AyG (ppm)	0,209	0,000	No

Nota. Elaborado con la prueba Kolmogorov-Smirnov

Aplicación de la prueba estadística

De acuerdo a la Tabla 10, al tratarse de una hipótesis de un solo grupo, y por su normalidad, para el pH y SST del efluente del DAF químico se usó la prueba t de Student de una muestra; y para los AyG del efluente del DAF químico se usó la prueba de Wilcoxon para una muestra. Formulándose la siguientes hipótesis, respecto a su media:

pH salida del DAF químico, respecto a la media:

- Hipótesis nula: $\text{pH} = 5,73$ valor de pH (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $\text{pH} \neq 5,73$ valor de pH (p-valor $< 0,05$).

SST salida del DAF químico, respecto a la media:

- Hipótesis nula: $\text{SST} = 337,5$ ppm (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $\text{SST} \neq 337,5$ ppm (p-valor $< 0,05$).

AyG salida del DAF químico, respecto a la media:

- Hipótesis nula: $\text{AyG} = 168,7$ ppm (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $\text{AyG} \neq 168,7$ ppm (p-valor $< 0,05$).

Tabla 11

Comparación del pH, SST y AyG a la salida del DAF químico respecto a su media

Estadístico		Valor de comparación (media)	Valor	p-valor	Aceptar
t de Student de una muestra	pH salida del DAF químico	5,73	t = 0,000	1,,000	Ho
	SST salida del DAF químico	337,5	t = -0,005	0,996	Ho
Wilcoxon para una muestra	AyG salida del DAF químico	168,7	-	0,549	Ho

Nota. Para hipótesis de $\neq$ y t positivo o negativo: p-valor = Sig.

Interpretación

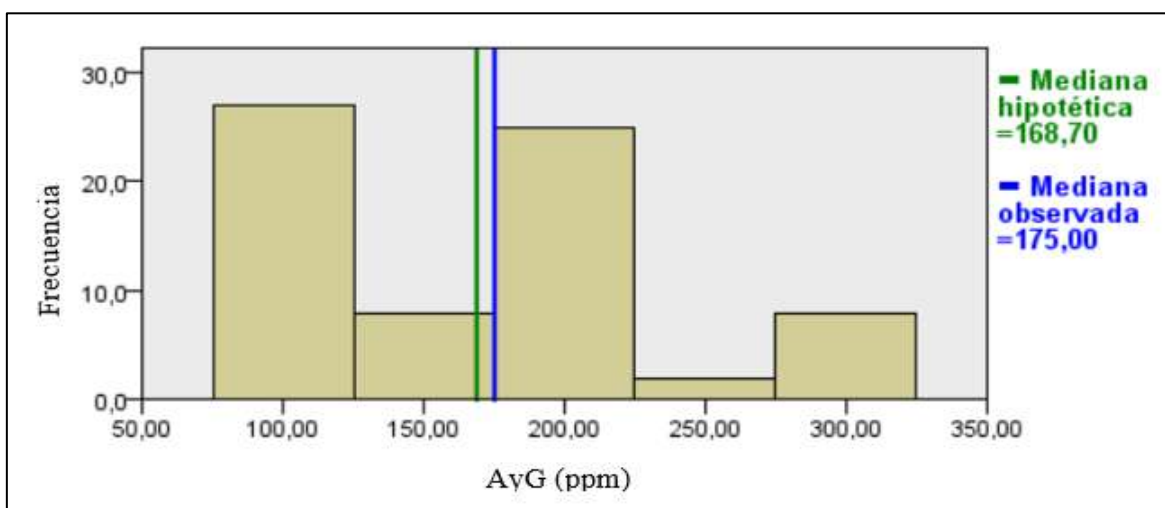
De la Tabla 11, para el pH y los SST a la salida del DAF químico, el p-valor obtenido (1,000 y 0,996 respectivamente) en ambos casos es muy superior a 0,05, aceptándose la hipótesis nula de que el pH y los SST a salida del DAF químico no presentan diferencias significativas respecto a su media (5,73 valor de pH y 337,5 ppm respectivamente).

Asimismo, el p-valor (0,549) para los AyG a salida del DAF químico,, es mayor que 0,05, por lo que se retiene la hipótesis nula de que los AyG a la salida del DAF químico, no presentan diferencias significativas respecto a su media (168,7 ppm). (Ver Figura 16).

En resumen, al obtener todos los valores de p-valor superior a 0,05, hay evidencia suficiente para retener la hipótesis nula, en que no existen diferencias significativas entre los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, con respecto a la media de cada conjunto de datos, en el agua de bombeo de una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Figura 16

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra para los AyG a la salida del DAF químico



4.2.2.3 Evaluación del tratamiento físico del trommel 1 y 2, y la trampa de grasas

Ho: Los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, no son significativamente inferiores a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente, en el agua de bombeo de la empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Ha: Los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, son significativamente inferiores a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente, en el agua de bombeo de la empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Significancia 5 % (0,005)

Normalidad de los datos

Ya fueron analizadas en la Tabla 8.

Aplicación de la prueba estadística

Por consiguiente, al tratarse de un solo grupo, y por su normalidad, para los SST del Trommel 1 y 2 se utilizó la prueba t de Student de una muestra; y para los AyG a la salida de trampa de grasas, se aplicó la prueba de Wilcoxon para una muestra. Formulándose la siguientes hipótesis, respecto a su estándar:

SST del Trommel 1, respecto al estándar interno:

- Hipótesis nula: $SST \geq 60\,000$ ppm (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $SST < 60\,000$ ppm (p-valor $< 0,05$).

SST del Trommel 2, respecto al estándar interno:

- Hipótesis nula: $SST \geq 50\,000$ ppm (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $SST < 50\,000$ ppm (p-valor $< 0,05$).

AyG a la salida de trampa de grasas, respecto al estándar interno:

- Hipótesis nula: $AyG \geq 2\,000$ ppm (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $AyG < 2\,000$ ppm (p-valor $< 0,05$).

Resultados de las pruebas estadísticas que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12

Comparación de los SST del Trommel 1 y 2 y salida de AyG de Trampa de Grasa respecto a los estándares internos

Estadístico		Medida de tendencia central	Valor de comparación	Valor	p-valor	Aceptar
t de Student de una muestra	SST del Trommel 1 de 0,5 mm	Media = 58 615,3	60 000	t = -1,077	0,143	Ho
	SST del Trommel 2 de 0,3 mm	Media = 50 088,4	50 000	t = 0,070	0,472	Ho
Wilcoxon para una muestra	AyG salida de la Trampa de Grasa	Mediana = 2 000	2 000	-	0,093	Ho

Nota. Para hipótesis $SST < y$ t negativo: p-valor = 0,286/2. Para hipótesis $SST < y$ t positivo: p-valor = 1 -0,944/2.

Interpretación

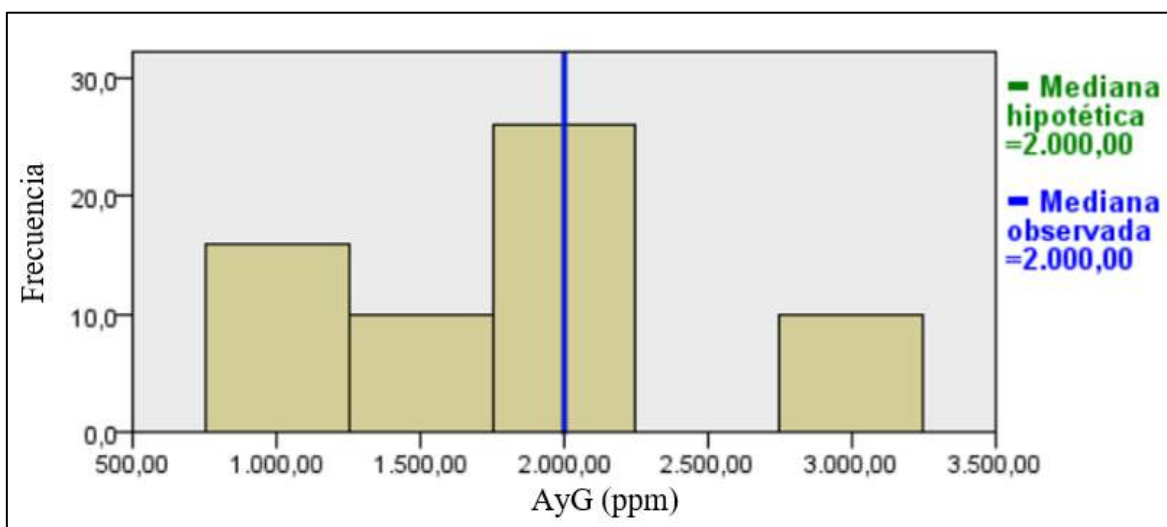
De la Tabla 12, para los SST del Trommel 1, el p-valor obtenido (0,143) es mucho mayor que 0,05, rechazándose la hipótesis nula de que la Media $\geq 60\,000$ ppm, por lo que no se puede concluir que el SST del Trommel 1 sea significativamente inferior a 60 000 ppm.

Asimismo, los SST del Trommel 2, el p-valor obtenido (0,472) es extremadamente alto, lo que refuerza la decisión de retener la hipótesis nula de que la Media $\geq 50\,000$ ppm, por lo que no se puede concluir que el SST del Trommel 2 sea significativamente inferior a 50 000 ppm.

Respecto a los AyG salida de la Trampa de Grasa, el p-valor (0,093) sigue siendo mayor que 0,05, reteniéndose la hipótesis nula, de que la Mediana = 2 000 ppm (como se aprecia en la Figura 17), por lo que no se puede concluir que los AyG a la salida de la Trampa de grasas sean significativamente inferiores a 2 000 ppm.

Figura 17

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra para los AyG a la salida Trampa de Grasas



En resumen, como en todos los casos el p-valor es superior a 0,05, hay evidencia suficiente para retener la hipótesis nula, de que los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, no son significativamente inferiores a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente, en el agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Adicionalmente, si reformulamos la hipótesis a hipótesis de diferencias, para conocer si los datos evaluados es igual estadísticamente al estándar interno de la empresa:

SST del Trommel 1, respecto al estándar interno:

- Hipótesis nula: $SST = 60\ 000\ \text{ppm}$ (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $SST \neq 60\ 000\ \text{ppm}$ (p-valor $< 0,05$).

SST del Trommel 2, respecto al estándar interno:

- Hipótesis nula: $SST = 50\ 000\ \text{ppm}$ (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $SST \neq 50\ 000\ \text{ppm}$ (p-valor $< 0,05$).

AyG a la salida de trampa de grasas, respecto al estándar interno:

- Hipótesis nula: $AyG = 2\ 000\ \text{ppm}$ (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: $AyG \neq 2\ 000\ \text{ppm}$ (p-valor $< 0,05$).

De la Tabla 12, recalculando el p-valor = 0,286 para los SST del Trommel 1 respecto al estándar interno 60 000 ppm; el p-valor = 0,944 para los SST del Trommel 2 respecto al estándar interno 50 000 ppm; y manteniéndose el p-valor = 0,093 para los AyG a la salida de trampa de grasas respecto al estándar interno 2 000 ppm. Al ser todos superiores a 0,05, se retiene la hipótesis nula reformulada, de que los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, son

significativamente iguales a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente, en el agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

4.2.2.4 Evaluación del tratamiento químico a la salida del DAF químico

Ho: Los análisis de pH a la salida del DAF Químico no se ajustan significativamente entre los LMP 5 y 9, y los análisis de SST y AyG a la salida del DAF Químico no son significativamente inferiores a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente, en el efluente de una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Ha: Los análisis de pH a la salida del DAF Químico se ajustan significativamente entre los LMP 5 y 9, y los análisis de SST y AyG a la salida del DAF Químico son significativamente inferiores a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente, en el efluente de una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

Significancia 5 % (0,005)

Normalidad de los datos

Las pruebas de normalidad, ya fueron analizadas en la Tabla 10.

Aplicación de la prueba estadística

Para el pH y los SST del efluente del DAF químico se usó la prueba t de Student de una muestra; y para los AyG del efluente del DAF químico, se aplicó la prueba de Wilcoxon para una muestra.

De acuerdo a la hipótesis planteada, se formularon las siguientes hipótesis:

pH salida del DAF químico, LMP inferior:

- Hipótesis nula: Media ≤ 5 valor de pH (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: Media > 5 valor de pH (p-valor $< 0,05$).

pH salida del DAF químico, LMP superior:

- Hipótesis nula: Media ≥ 9 valor de pH (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: Media < 9 valor de pH (p-valor $< 0,05$).

SST salida del DAF químico, LMP superior:

- Hipótesis nula: Media ≥ 700 ppm (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: Media < 700 ppm (p-valor $< 0,05$).

AyG salida del DAF químico, LMP superior:

- Hipótesis nula: Media ≥ 350 ppm (p-valor $\geq 0,05$).
- Hipótesis alterna: Media < 350 ppm (p-valor $< 0,05$).

Tabla 13

Comparación del pH, SST y AyG a la salida del DAF químico respecto a sus LMP

Estadístico		Medida de tendencia central	Valor de comparación	Valor	p-valor	Aceptar
t de Student de una muestra	pH salida del	Media = 5,73	5	t = 21,789	0,000	Ha
	DAF químico	Media = 5,73	9	t = -97,604	0,000	Ha
	SST salida del	Media = 337,5	700	t = -46,020	0,000	Ha
Wilcoxon para una muestra						
	AyG salida del	Mediana = 175	350	-	0,000	Ha
	DAF químico					

Nota. Para hipótesis pH $>$ y t positivo: p-valor = 0,000/2. Para hipótesis pH $<$ y t negativo: p-valor = 0,000/2.

Para hipótesis SST $<$ y t negativo: p-valor = 0,000/2.

Interpretación

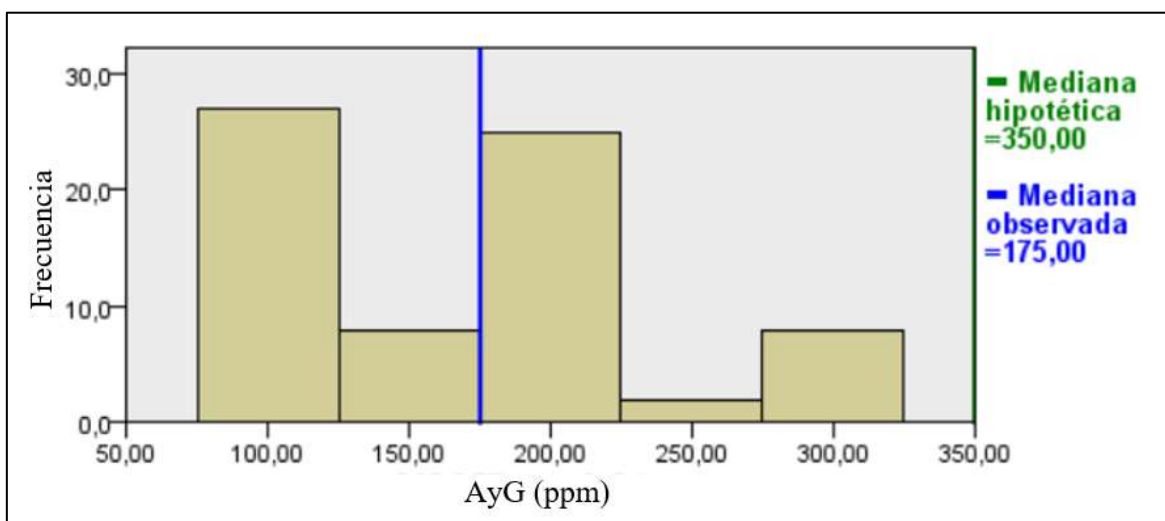
De la Tabla 13, para el pH salida del DAF químico, al comparar con el LMP inferior (5 valor de pH) se obtuvo el p-valor 0,000 y al comparar con el LMP superior (9 valor de pH) se obtuvo el p-valor obtenido 0,000, ambos inferiores a 0,05, rechazándose la hipótesis nula y aceptando la alterna en que el pH esta entre 5 y 9 valor de pH.

De la misma tabla, para los SST salida del DAF químico, al compararlo con el LMP superior (700 ppm) se obtuvo el p-valor 0,000, inferior a 0,05, rechazándose la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna en que los SST es inferior a 700 ppm.

A su vez, respecto a los AyG salida del DAF químico, tras compararse con el LMP superior (350 ppm) se obtuvo el p-valor 0,000, inferior a 0,05, rechazándose la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna en que los AyG es inferior a 350 ppm, tal como se evidencia en la Figura 18.

Figura 18

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra para los AyG a la salida del DAF químico.



En resumen, al tenerse en todos los casos un p-valor inferior a 0,05, y en base a las comparaciones de las medias y medianas con los valores de comparación, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, en que los análisis de pH a la salida del DAF Químico se ajustan significativamente entre los LMP 5 y 9, y los análisis de SST y AyG a la salida del DAF Químico son significativamente inferiores a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente, en el efluente de la empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Respecto sí el tratamiento físico y químico aplicado al agua de bombeo permiten cumplir con los estándares internos y los LMP del D.S. 010-2008-PRODUCE en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II, se encontró que dichos tratamientos aplicados al agua de bombeo se encuentran operando adecuadamente, cumpliendo con los estándares internos y a su vez se viene cumpliendo con los LMP que establece el D.S. 010-2008-PRODUCE. Concordantes a lo reportado por Palacio (2021) en su estudio en Chancay, al encontrar variaciones en los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo, y que su tratamiento aplicado le permitió cumplir con los LMP de sus efluentes; al de Vásquez (2021) al reportar el cumplimiento de los LMP del D.S. N° 010-2018-PRODUCE para los SST y AyG; y al de Carballido (2018) al estudiar el DAF Físico - químico para tratar los efluentes le permitió cumplir con los LMP del D.S. N° 010-2008-PRODUCE. Resultados que se discrepan, fueron reportado por Madrid (2020) en su estudio de reducción de los niveles de contaminantes de una empresa pesquera en Paita, al concluir que los efluentes no están siendo tratados correctamente.

Sobre si los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, son uniformes respecto a la media de cada conjunto de datos en el agua de bombeo, se encontró con la t de Student de una muestra para SST del Trommel 1 y SST del Trommel 2 (p-valor 1,000 para ambos casos) y con Wilcoxon para una muestra para AyG salida de la Trampa de Grasa (p-valor 0,715), de que no existen

diferencias significativas entre los análisis de SST a la salida de los trommels y los AyG a la salida de la trampa de grasa, con respecto a la media de cada conjunto de datos. Concordantes a las afirmaciones dadas por Cevallos et al. (2022) en su investigación en Ecuador, enfatizaron que su tratamiento inadecuado representa una fuente potencial de contaminación ambiental; y al de Santiaguín-Padilla et al. (2022) al estudiar diversas técnicas para tratar los sólidos en aguas residuales, concluyó que los efluentes de esta industria son una de las principales causas del deterioro ambiental en las áreas cercanas a las descargas.

Sobre si los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, son uniformes respecto a la media de cada conjunto de datos en el agua de bombeo, se encontró con la t de Student de una muestra para pH y SST a la salida del DAF químico (p-valor 1,000 y 0,966 respectivamente) y con Wilcoxon para una muestra para AyG a la salida de la Trampa de Grasa (p-valor 0,549), de que no existen diferencias significativas entre los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, con respecto a la media de cada conjunto de datos en el agua de bombeo. Resultados que son congruentes con los reportados por Pozo (2022) en una empresa en Ecuador, al evidenciar los beneficios de la reutilización de los efluentes y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes, optimizando el ciclo de producción y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental del país. Contrario a las afirmaciones de Zambrano (2014) en su estudio del vertido de efluentes industriales en las aguas costeras de una playa en Ecuador, al afirmar que existen empresas pesqueras y productoras de grasas y aceites que contaminan las aguas de la playa.

Referente a si los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, son inferiores al estándar interno de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente en el agua de bombeo; se encontró con la t de Student de una muestra para SST del Trommel 1 y SST del Trommel 2 (p-valor 0,286

y 0,944 respectivamente) y con Wilcoxon para una muestra para AyG a la salida de la Trampa de Grasa (p-valor 0,093), de que los análisis de SST a la salida de los Trommels y AyG a la salida de la Trampa de grasas, son significativamente iguales a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente en el agua de bombeo. En concordancia con las afirmaciones de Cevallos et al. (2022) en su investigación sobre la eficacia del tratamiento de aguas residuales en Ecuador, al señalar que un tratamiento inadecuado constituye una fuente potencial de contaminación ambiental; asimismo congruente con las afirmaciones de Santiaguín-Padilla et al. (2022) al estudiar diversas técnicas para tratar los sólidos en aguas residuales, concluyó que los efluentes de esta industria es considerada como una de las principales causas de deterioro ambiental en las áreas aledañas a las descargas.

Referente a si los análisis de pH a la salida del DAF Químico se ajustan entre los límites 5 y 9, y si los SST y AyG a la salida del DAF Químico son inferiores a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente en el efluente de la empresa pesquera, se encontró con la t de Student de una muestra para evaluar los intervalos de pH y los SST a la salida del DAF químico (p-valor 0,000 en todos los casos) y con Wilcoxon para una muestra para evaluar AyG a la salida del DAF químico (p-valor 0,000), de que los análisis de pH a la salida del DAF Químico se ajustan significativamente entre los LMP 5 y 9 valores de pH, y los análisis de SST y AyG a la salida del DAF Químico son significativamente inferiores a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente en el efluente. Resultados similares fueron reportados por Palacio (2021) en su estudio observó variaciones en los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo, aunque el tratamiento aplicado logró cumplir con los LMP; de manera similar, Vásquez (2021), al analizar la gestión del tratamiento de efluentes en Pesquera Hayduk S.A., reportó el cumplimiento de los LMP para SST y AyG según el D.S. N° 010-2018-PRODUCE; asimismo, al de Carballido (2018), al demostrar que el sistema de tratamiento

de efluentes en AUSTRAL GROUP S.A.A., mediante la utilización de un DAF físico-químico, permitió alcanzar los LMP del D.S. N° 010-2008-PRODUCE; al de Quevedo (2016), al evaluar el efecto de nuevas tecnologías en el tratamiento de efluentes pesqueros en Pesquera Pelayo SAC en Supe Puerto, tras concluir que la implementación de procesos químicos, posteriores al tratamiento del agua de bombeo, redujo significativamente la carga de contaminantes de SST y AyG, manteniendo los valores de pH dentro de los rangos establecidos por el D.S. N° 010-2008-PRODUCE. En contraste con los resultados previos, Madrid (2020), al estudiar la reducción de contaminantes en una empresa pesquera en Paita, reportó que los efluentes no reciben un tratamiento adecuado; mientras que Zambrano (2014), en su análisis del impacto ambiental del vertido de efluentes industriales en una costa en Ecuador, concluyó que ciertas empresas pesqueras y productoras de grasas y aceites contribuyen a la contaminación de las aguas costeras.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- No existen diferencias significativas entre los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.
- No existen diferencias significativas entre los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.
- Los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, son significativamente iguales a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente, en el agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.
- Los análisis de pH a la salida del DAF Químico se ajustan significativamente entre los LMP 5 y 9, y los análisis de SST y AyG a la salida del DAF Químico son significativamente inferiores a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente, en el efluente en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.

6.2 Recomendaciones

En el tratamiento físico del agua de bombeo, se recomienda realizar estudios adicionales en los trommels para identificar y mitigar las causas de la variabilidad de los datos, y para evaluar el impacto de la remoción de SST en la calidad del efluente final. Asimismo, se recomienda en tales unidades:

- Optimizar e implementar un programa de mantenimiento preventivo riguroso para los trommels, que incluya inspecciones periódicas, limpiezas frecuentes, reemplazo oportuno de piezas desgastadas y calibración de sistemas automáticos. Mantener un registro detallado de cada mantenimiento realizado para identificar patrones, prevenir fallas y asegurar un rendimiento óptimo y consistente, reduciendo la variabilidad en la concentración de SST y prolongando la vida útil de los equipos.
- Análisis detallado de la composición de los sólidos, realizando análisis de laboratorio para determinar la composición detallada de los sólidos presentes en el agua de bombeo, identificando la proporción de componentes orgánicos, inorgánicos y grasas. Esto permitirá comprender mejor la naturaleza de los sólidos, identificar posibles fuentes de contaminación y seleccionar las tecnologías de filtrado más adecuadas para una remoción eficiente.
- Evaluación del impacto en el efluente final y ajuste del proceso, evaluando cómo la remoción de SST afecta otros parámetros del efluente, como la DBO₅ y la DQO, para asegurar que el efluente final cumpla con los estándares ambientales y minimizar el impacto en el ecosistema marino. Utilizar esta información para ajustar el proceso de filtrado y optimizar la remoción de contaminantes.
- Monitoreo continuo y ajuste del proceso en tiempo real: Implementando un sistema de monitoreo continuo de la concentración de SST y otros parámetros

clave del agua de bombeo, utilizando sensores en línea y un sistema de adquisición de datos. Esto permitirá detectar desviaciones de los valores deseados, realizar ajustes al proceso de filtrado en tiempo real y garantizar un control preciso del sistema, optimizando así el rendimiento y la calidad del efluente final.

En el tratamiento físico con trampas de grasa, se recomienda realizar estudios adicionales para optimizar el sistema de trampas de grasa y evaluar el impacto de la remoción de AyG en la calidad del efluente final. Asimismo, se recomienda en las unidades:

- Optimización del diseño y mantenimiento, maximizando la remoción de AyG, es fundamental evaluar y, si es necesario, modificar el diseño de las trampas de grasa para optimizar el tiempo de retención y la separación de grasas. Además, se debe implementar un programa de limpieza regular y exhaustiva, inspeccionar y reparar regularmente los componentes de las trampas, y establecer un registro detallado de las actividades de mantenimiento realizadas. Esto asegurará un funcionamiento óptimo, reducirá la variabilidad en la concentración de grasas en el efluente y prevendrá obstrucciones.
- Caracterización detallada de aceites y grasas, realizando análisis detallados para caracterizar la composición y las propiedades de los AyG presentes en el agua de bombeo, tomando muestras representativas en diferentes puntos del proceso y utilizando técnicas analíticas como la cromatografía de gases y la espectroscopia infrarroja. Esto permitirá comprender mejor las características de los AyG, identificar posibles fuentes de contaminación y optimizar el proceso de remoción.

- Evaluación del impacto en el efluente y recuperación de grasas, evaluando cómo la remoción de AyG afecta la calidad del efluente final, monitoreando y analizando parámetros como la DBO, la DQO y la concentración de hidrocarburos. Además, explorar oportunidades para la recuperación y el aprovechamiento de las grasas removidas, evaluando la viabilidad de utilizarlas para la producción de biocombustibles o la obtención de otros productos de valor agregado, e implementando sistemas de recuperación de grasas.
- Monitoreo continuo y control del proceso, implementando un sistema de monitoreo continuo de la concentración de AyG y otros parámetros clave del proceso, instalando sensores en línea y utilizando un sistema de adquisición de datos para registrar y analizar la información en tiempo real. Esto permitirá detectar desviaciones de los valores deseados, generar alertas automáticas y, si es posible, implementar sistemas de control automático para ajustar los parámetros de operación de las trampas en función de los datos de monitoreo, garantizando un control preciso del proceso y optimizando la remoción de AyG.

En el tratamiento químico mediante el DAF químico, se plantea las siguientes recomendaciones:

- Monitoreo Continuo del Temperatura, pH, SST, AyG, DBO₅ y DQO, para garantizar el cumplimiento constante de los estándares y la calidad del agua tratada, se recomienda mantener un sistema de monitoreo continuo de los parámetros del efluente del DAF químico. Esto permitirá un seguimiento preciso de sus variaciones y facilitará la detección temprana de cualquier desviación fuera del rango aceptable.

- Optimización del Proceso del DAF Químico, aunque esta unidad está logrando mantener los parámetros contaminantes dentro del estándar, se puede considerar la optimización del proceso para mantenerlo en un rango aún más estrecho, si es necesario. Esto podría incluir la revisión de la dosificación de productos químicos, el tiempo de residencia y la velocidad de flujo, con el objetivo de mejorar la estabilidad y consistencia de los parámetros en el efluente.
- Mantenimiento Preventivo del DAF Químico, para asegurar el óptimo funcionamiento del equipo y evitar desviaciones de los parámetros contaminantes en el efluente, se recomienda implementar un programa de mantenimiento preventivo regular. Esto incluye la limpieza y calibración de los equipos, la revisión de las bombas y válvulas, y la inspección de los componentes del sistema para detectar y corregir cualquier problema potencial.
- Calibración regular de equipos de medición de Temperatura, pH, SST, AyG, DBO₅ y DQO, para garantizar la precisión de los datos y la confiabilidad del monitoreo, es fundamental calibrar regularmente los equipos. Se recomienda mantener actualizado un protocolo de calibración que incluya la frecuencia de calibración, los estándares de calibración y los procedimientos de registro de datos.

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva, J. L. (2009). *Calidad de Recepción de Materia Prima y Aumento de Eficiencia en Recuperación de Aceite a partir del Agua de Bombeo en una Planta Pesquera*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional Pontificia Universidad Católica del Perú.
<https://tesis.pucp.edu.pe/items/13965b37-f717-4787-a8ed-42851daae742>
- Arteaga, S. (2021). *Beneficios ambientales y económicos generados por el tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo en la Fábrica de Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote 2015*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Del Santa]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Del Santa.
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3724>
- Bouchon, M., Mori, J., Peña, C., Espinoza, P., Hutchings, L., Buitron, B., . . . Messie, M. (2010). Biología de la anchoveta peruana, *Engraulis ringens* Jenyns. *Boletín Instituto Del Mar Del Perú*, 25(1-2), 23-30.
<https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/133>
- Burgos, C. A. (2014). *Tratamiento del agua de bombeo para la recuperación de aceite y sólidos en la Empresa Pesquera Tecnológica De Alimentos S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Del Santa]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Del Santa. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/1949>
- Cabrera, I., Valladares, D., Tejeda, L. A., & Arbona, M. (2019). Diseño de un sistema de tratamiento de los residuales líquidos de la empresa pesquera Induvilla de Santa Clara. *Centro Azúcar*, 46(4), 28-38.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612019000400028&lng=es&tlng=es.

- Carballido, V. C. (2018). *Tratamiento de efluentes líquidos generados por el proceso de harina y aceite de pescado acorde al Decreto Supremo N° 010-2008 –PRODUCE*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/15248>
- Cevallos, N. N., Burgos, G. A., & Córdova, A. (2022). Evaluación de la eficacia de coagulantes sintéticos y naturales en el tratamiento de aguas residuales generadas en la producción de harina de pescado. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 16(2), 54-68. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6993155>
- Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE. (2008, 28 de abril). Límites Máximos Permisibles (LMP) para la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias. Normas Legales. Diario Oficial El Peruano, 30 de abril de 2008.
- Fajardo, H. (2017). La producción más limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible. *Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 4(8), 47-59. <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2017.v4.n8.a32>
- Flores, K. S., & Jiménez, J. G. (2021). *Influencia del tratamiento del agua de bombeo en la Calidad de Harina de Pescado en la Empresa Pesquera Cantabria S.A. – Coishco 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/82693/Flores_DKS-Jim%c3%a9nez_RJG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- GEO GPS PERÚ. (2023). *Limite Distrital - Político - Shapefile - INEI Actualizado*. Recuperado el 23 de enero de 2024, de <https://www.geogpsperu.com/2019/08/limite-provincial-politico-shapefile.html>
- González, S., Farías, J., Froilán, J., & Elena, S. (2010). Reducción de carga contaminante en efluentes de fábricas de harina de pescado en el Puerto de Mar del Plata.

Scientia Interfluvius, 1(1-2), 52-63.

<https://revista.uader.edu.ar/index.php/aasif/article/view/46>

Google Maps. (s.f.). [*Ubicación de la empresa Centinela S.A.C.*]. Recuperado el 09 de junio de 2024, de <https://www.google.com/maps/@-11.57787,-77.26813,812m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>

GREENPEACE. (2021, 20 de julio). *¿Cómo afecta la pesca industrial al planeta?*.

Recuperado el 23 de enero de 2024, de

<https://www.greenpeace.org/mexico/blog/10633/como-afecta-la-pesca-industrial-al-planeta/>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.

Madrid, J. L. (2020). *Propuesta para mejorar el sistema de tratamiento de las aguas residuales industriales y reducir los niveles de contaminantes en la empresa industrial pesquera Santa Mónica S.A. PAITA*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60738>

Ministerio de la Producción. (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) aprobados por Decreto Supremo N° 010- 2008-PRODUCE*.

https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2009/abril/25/RM-181-2009-PRODUCE_Guia.pdf

National Geographic. (2018, 27 de febrero). *La pesca industrial ocupa un tercio del planeta*. Recuperado el 08 de junio de 2024, de

<https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2018/02/la-pesca-industrial-ocupa-un-tercio-del-planeta>

- Palacio, D. S. (2021). *Tratamiento de Agua de Bombeo y su relación en el ratio de consumo de Sulfato Férrico, en una planta productora de Harina de pescado, Chancay, 2021*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7426>
- Palomino, J. A., Peña, J. D., Zevallos, G., & Orizano, L. A. (2019). *Metodología de la Investigación: Guía para Elaborar un Proyecto en Salud y Educación* (2ª ed., 2ª reimpr.). Lima, Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Paredes, P. (2014). Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. *Industrial Data*, 17(2), 72-80.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640856009>
- Pesquera Centinela. (2017). *Sostenibilidad*. Recuperado el 08 de junio de 2024, de <https://www.centinela.com.pe/es/sostenibilidad>
- Pozo, G. K. (2022). *Diseño de una planta de depuración de aguas residuales para los procesos producción de la Empresa ECUAFEED S.A., ubicada en la Comuna Jambelí, Cantón Santa Elena, Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península De Santa Elena]. Repositorio Institucional Universidad Estatal Península De Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8342>
- Quevedo, H. N. (2016). *Efecto de la aplicación de nuevas tecnologías en el tratamiento de las aguas de bombeo, sobre la calidad de los efluentes de la Empresa Pesquera Pelayo S.A.C. de harina y aceite de pescado de Puerto Supe*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional Universidad Nacional

de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/1381920e-2f06-40fa-bcd9-b8a08ef0a4d3>

Resolución Ministerial N° 029-2019-PRODUCE. (2019, 30 de enero). *Protocolo para el monitoreo de efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto*. Lima: Ministerio de la Producción de Perú.

<https://www.gob.pe/institucion/produce/normas-legales/258766-029-2019-produce>

Santiaguín-Padilla, A. J., Cadena-Cadena, F., Arias-Moscoso, J. L., Meza-Ochoa, A. R., Torres-Velázquez, J. R., Reynaga-Franco, F. d. J., . . . Garzón-García, A. M. (2022). Aguas residuales de la industria pesquera: Retos y oportunidades en la recuperación de proteínas y péptidos con alto valor biológico y funcional- Una revisión. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25, 1-16. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.512>

Vásquez, M. I. (2021). *Gestión del tratamiento de efluentes en la producción de harina de pescado en Pesquera Hayduk S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Del Santa]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Del Santa. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3840>

Zambrano, M. R. (2014). *Impacto ambiental a las aguas costeras de la playa de Tarqui por el vertido de efluentes industriales*. [Tesis de maestría, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí]. Repositorio Institucional Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/1418>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Evaluación del tratamiento físico y químico del agua de bombeo en una Empresa Pesquera de Chancay temporada 2022-II

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión	Sub dimensión	Indicadores	Valor final	Escala	Métodos y técnicas
General	General	General							Tipo de investigación
• ¿Cómo se encuentra operando el tratamiento físico y químico del agua de bombeo respecto a los estándares internos y los LMP del D.S. 010-2008-PRODUCE en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II?	• Realizar la evaluación del tratamiento físico y químico del agua de bombeo respecto a los estándares internos y los LMP del D.S. 010-2008-PRODUCE en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.	• El tratamiento físico y químico del agua de bombeo se encuentra operando adecuadamente en el cumplimiento de los estándares internos y los LMP del D.S. 010-2008-PRODUCE en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.				- Análisis de SST del agua de bombeo salida del Trommel 1 (0,5 mm) - Análisis de SST del agua de bombeo salida del Trommel 2 (0,3 mm)	ppm	Razón	Retrospectivo Transversal Observacional Descriptiva Aplicada
Problema Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicas							Población y muestra
• ¿Cuán relativamente uniformes son los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II?	• Estudiar si los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, son relativamente uniformes respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.	• Existen diferencias significativas entre los análisis de SST a la salida del trommel 1 y trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la trampa de grasa, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.	V1	1.1 Análisis del tratamiento físico	Trommel	- Análisis de SST del agua de bombeo salida del Trommel 1 (0,5 mm) - Análisis de SST del agua de bombeo salida del Trommel 2 (0,3 mm)	ppm	Razón	. Población Agua de bombeo y efluente del DAF de la Empresa Pesquera Centinela S.A.C en la temporada 2022-II.
• ¿Cuán relativamente uniformes son los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II?	• Estudiar si los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, son relativamente uniformes respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.	• Existen diferencias significativas entre los análisis de pH, SST y AyG a la salida del DAF Químico, con respecto a la media de cada conjunto de datos del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.	Controles del Tratamiento físico y químico del agua de bombeo	1.2 Análisis del tratamiento químico	Trampa de grasas	Análisis de AyG a la salida de la trampa de grasas	ppm	Razón	
• ¿Se encuentran los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, son inferiores a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II?	• Determinar si los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, son inferiores a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.	• Los análisis de SST a la salida del Trommel 1 y Trommel 2, y los análisis de AyG a la salida de la Trampa de grasas, son significativamente inferiores a los estándares internos de 60 000 ppm, 50 000 ppm y 2 000 ppm respectivamente, del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.				- Análisis de SST efluente del DAF - Análisis de AyG efluente del DAF - Análisis de pH efluente del DAF	ppm	Razón	
• ¿Se ajustan los análisis de pH a la salida del DAF Químico entre los LMP 5 y 9, y son inferiores los análisis de SST y AyG a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente, del efluente en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II?	• Determinar si los análisis de pH a la salida del DAF Químico se ajustan significativamente entre los LMP 5 y 9, y si los análisis de SST y AyG a la salida del DAF Químico son inferiores a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente, del efluente en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.	• Los análisis de pH a la salida del DAF Químico se ajustan significativamente entre los LMP 5 y 9, y los análisis de SST y AyG a la salida del DAF Químico son significativamente inferiores a los LMP 700 ppm y 350 ppm respectivamente, del efluente en una empresa pesquera de Chancay en la temporada 2022-II.				Análisis de pH efluente del DAF	Valor pH	Escala	
			V2	2.1 Evaluación del tratamiento físico	Trommel	- Evaluación de SST salida del Trommel 1 - Evaluación de SST salida del Trommel 2	Cumple/incumple	Nominal	Diseño Diseño no experimental transversal descriptivo
			Evaluación del tratamiento físico y químico del agua de bombeo		Trampa de grasas	Evaluación de AyG a la salida de la trampa de grasas	Cumple/incumple	Nominal	
				2.2 Evaluación del tratamiento químico	DAF	- Evaluación de SST salida del DAF - Evaluación del pH salida del DAF - Evaluación de AyG salida del DAF	Cumple/incumple	Nominal	Técnicas e instrumentos - Técnica documental. - Ficha de recolección de datos.
									Estadístico 5 % de significancia - T de Student para muestra única. - Rangos con signo de Wilcoxon de una muestra.

Anexo 2. Análisis de agua de bombeo en Trommels y trampa de grasa - temporada 2022-II

Monitoreo	Trommel		Trampa de grasa		
	Salida del Trommel 0,5 mm SST (ppm)	Salida del Trommel 0.3 mm SST (ppm)	Ingreso Trampa de grasa N° 1 AyG (ppm)	Ingreso Trampa de grasa N° 2 AyG (ppm)	Salida Recuperación Trampa de grasa N° 2 AyG (ppm)
1	70500	45330	3500	2786	1000
2	52052	43454	3520	2500	1500
3	81165	69547	4000	2750	2000
4	57076	49301	3850	2600	1500
5	68293	48452	9000	5420	3000
6	45970	39823	6272	5320	3000
7	54777	48229	6740	5220	3000
8	47 888	33390	3300	2500	2000
9	45360	35385	3200	2000	1500
10	72830	48915	3500	2000	1300
11	59474	40545	5000	3000	2000
12	52148	40491	6000	4800	2000
13	44567	37572	4000	3000	1500
14	47976	35342	2500	2000	1500
15	43487	39584	2500	2000	1500
16	51554	38665	3500	2100	1800
17	58396	52039	9000	6000	2000
18	65189	54541	9250	4000	2000
19	72320	68800	9000	6000	2000
20	58593	49914	7750	5300	2000
21	57076	49301	7000	5600	2000
22	42414	37728	6000	4300	1000
23	65096	54531	8000	6000	2000
24	59405	53889	7200	5300	2000
25	73420	60290	9800	7000	2000
26	67382	64201	9700	6000	2000
27	44870	38720	5000	3000	1000
28	68950	50844	9900	6000	2000
29	45680	30980	2000	1500	1000
30	58494	56747	7600	4200	2000
31	71298	56789	9900	6500	1500

Anexo 2. Análisis de agua de bombeo en Trommels y trampa de grasa - temporada 2022-II
(continuación)

Monitoreo	Trommel		Trampa de grasa		
	Salida del Trommel 0,5 mm SST (ppm)	Salida del Trommel 0.3 mm SST (ppm)	Ingreso Trampa de grasa N° 1 AyG (ppm)	Ingreso Trampa de grasa N° 2 AyG (ppm)	Salida Recuperación Trampa de grasa N° 2 AyG (ppm)
32	60090	50980	8000	5000	1000
33	40156	37053	6600	3200	1500
34	65886	63805	5100	3000	2000
35	62274	60312	4800	2500	2000
36	74226	61226	9000	5100	3000
37	48562	46423	8100	4100	1000
38	43911	40152	2000	1400	1000
39	59841	57932	8460	4800	2000
40	49420	47815	8510	5100	2000
41	61309	59224	7750	3350	1600
42	49814	43903	8600	2500	1000
43	57777	56619	8450	3000	2000
44	75775	58178	9850	5200	3000
45	75440	58269	9460	4500	3000
46	53385	48416	7200	3500	2000
47	60832	59242	8950	5200	2000
48	75140	73113	9980	5100	1000
49	49510	46420	6521	3100	1000
50	69533	65307	8154	4500	1000
51	48913	39604	7600	5250	2000
52	50481	48330	7000	4100	1000
53	70272	59408	7500	4450	2000
54	69976	65455	9500	5100	3000
55	53789	49345	9610	5310	3000
56	60803	59257	8560	6450	3000
57	59146	56324	9780	5432	3000
58	58044	41031	8000	5000	1000
59	56530	43822	9100	5200	2000
60	58510	44681	7500	4350	1000
61	57319	46015	8000	3500	1000
62	53785	44478	7000	3150	1000

Anexo 3. Análisis de agua de bombeo en el DAF Químico - temporada 2022-II

Monitoreo	Ingreso al DAF-Q			Efluente del DAF-Q		
	pH	SST (ppm)	AyG (ppm)	SST (ppm)	AyG (ppm)	pH
1	6,72	7850	1000	250	100	5,70
2	6,01	8360	1200	220	100	5,80
3	5,85	8000	1500	320	100	5,74
4	6,60	3000	2000	440	200	5,50
5	5,81	7500	1500	330	100	5,53
6	6,72	5500	3000	380	300	5,81
7	6,26	9720	3000	270	300	6,56
8	6,01	4600	2300	282	230	5,71
9	5,97	3200	2000	340	200	5,49
10	5,49	8500	1500	430	100	5,44
11	6,10	9450	1500	380	200	5,90
12	6,24	8120	1500	260	150	5,98
13	6,06	5280	1800	370	180	5,35
14	6,10	6040	1500	250	100	5,93
15	6,50	1550	2000	280	110	6,00
16	6,54	6120	1500	330	100	5,96
17	5,87	5600	1800	200	110	5,42
18	6,06	7600	2000	210	200	5,89
19	5,90	8230	2000	350	250	5,15
20	6,34	12000	2100	420	200	6,01
21	6,03	5800	1800	435	210	5,24
22	5,82	12900	1700	390	200	5,46
23	5,91	3025	1000	370	180	5,79
24	6,38	14500	2000	460	150	5,93
25	6,80	6070	1500	370	170	6,30
26	6,46	6930	2000	430	200	6,07
27	6,44	5900	2000	370	200	5,72
28	6,40	3990	1000	280	100	5,87
29	6,04	8500	1500	340	150	5,87
30	6,34	9280	1500	430	160	5,69
31	6,55	4000	1000	350	100	5,97
32	6,81	4206	1800	410	180	5,92
33	6,76	5650	1500	360	150	5,89
34	6,04	4900	1000	300	100	5,74
35	6,32	8100	1000	390	100	5,69

Anexo 3. Análisis de agua de bombeo en el DAF Químico - temporada 2022-II (continuación)

Monitoreo	Ingreso al DAF-Q			Efluente del DAF-Q		
	pH	SST (ppm)	AyG (ppm)	SST (ppm)	AyG (ppm)	pH
36	6,78	10590	1500	240	150	5,98
37	6,84	6500	2000	385	200	5,86
38	6,46	5520	2000	310	200	5,95
39	6,82	8950	2200	450	220	5,60
40	6,50	5782	1000	370	100	5,90
41	6,81	3270	1000	250	100	5,82
42	6,79	9080	2000	370	200	5,70
43	6,49	9670	2000	450	200	5,34
44	6,51	11000	1600	310	160	5,44
45	6,45	5160	1000	420	100	5,57
46	6,55	9225	2000	320	200	5,69
47	6,06	12150	3000	230	300	5,66
48	6,18	14400	3000	340	300	6,06
49	6,51	13000	2000	270	200	5,74
50	6,11	9862	2000	250	200	5,97
51	6,49	10140	2000	280	200	5,59
52	6,36	7520	1000	310	100	6,45
53	6,42	9850	2000	400	200	5,46
54	5,88	14650	1000	280	100	5,87
55	5,75	14400	2000	240	200	5,40
56	5,99	8700	1000	350	100	5,96
57	6,29	13960	2000	270	200	5,67
58	5,79	13400	3000	410	300	5,50
59	6,15	10160	3000	340	300	5,46
60	5,98	11160	1000	360	100	5,92
61	6,53	12100	3000	330	300	5,47
62	6,14	7500	1000	290	100	6,05
63	5,86	10360	3000	380	300	5,31
64	5,94	7100	1000	340	100	5,98
65	6,13	9040	2000	270	200	5,29
66	6,20	11850	1000	350	100	5,40
67	5,83	9700	1000	320	100	5,33
68	6,41	6000	1000	370	100	5,40
69	6,01	5950	1000	410	100	5,55
70	6,59	4520	1000	360	100	5,74

Anexo 4. Equipos de tratamiento físico y químico del agua de bombeo



a) Parte interior del Trommel 0,5



b) Parte interior del Trommel 0,3



c) Trampa de Grasa 2



d) Trampa de Grasa 2



e) Vista interior del Desaguador Rotativo



f) Vista interior del Desaguador Rotativo 2



g) Vista exterior del Clarificador en la formación de lodos



h) Prueba de jarra de lodos y agua clarificada.



i) Vista Lateral de la estructura del serpentín y adición de coagulante (Sulfato Férrico).



j) Vista de esquina de la estructura del serpentín, homogenizador de producto químico.



k) Vista frontal de la Separadora Ambiental



l) Transportador Helicoidal adherido de torta ambiental.

Anexo 5. Análisis de determinación de aceites y grasas

Procedimiento:

- Coger un tubo cónico graduado y verter 11 ml como muestra de agua de bombeo.
- Coger un butirómetro 1 y verter la muestra de agua de bombeo contenida en el tubo cónico.
- Añadir a la muestra contenida en el butirómetro, 10 ml de ácido sulfúrico y 1 ml de alcohol amílico.
- Sellar el butirómetro con la ayuda de un PIN.
- Colocar el butirómetro en el portabutirómetro de madera.
- Realizar los mismos procedimientos anteriores para el butirómetro 2.
- Energizar la centrifuga y prender el equipo.
- Colocar dentro de la centrifuga el butirómetro 1 y a la vez colocar otro butirómetro 2, uno frente al otro, para tener un contrapeso y realizar la centrifugación de forma equilibrada.
- Programar en la centrifuga un tiempo de 3 minutos de centrifugado.
- Culminando este tiempo, la tapa de la centrifuga se abre de manera automática y se procede a retirar los butirómetros.
- Leer con la ayuda del PIN la cantidad de grasa en porcentaje referente a la escala del butirómetro, presente en el agua de bombeo.

Anexo 5. Análisis de determinación de aceites y grasas (continuación)



Anexo 6. Análisis de determinación de SST

Procedimiento:

- Utilizando una pinza coger un papel de filtro y colocar en el embudo de filtrado.
- Realizar un lavado sucesivo del filtro, con tres porciones de 20 ml con agua destilada, utilizando para ello la bomba de vacío.
- Retirar el papel filtro lavado del embudo y trasladarlo a una placa Petri; posteriormente colocar en la estufa a 103 a 105 °C por un tiempo de una hora; luego enfriar en el desecador y pesar (B).
- Colocar el papel filtro en el embudo, posteriormente verter la muestra de 10 ml y filtrar.
- Realizar el lavado con agua destilada del papel de filtro con porciones pequeñas.
- Retirar el papel filtro más el residuo a una placa Petri e introducirla a la estufa y mantenerla entre de 103-105 °C, luego enfriar en el desecador y posteriormente pesar (A).

$$SST \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{(A - B) \times 10^6}{v}$$

$$A = (W_{(Placa\ petri + papel\ filtro + residuo)})g$$

$$B = (W_{(placa\ petri + papel\ filtro)})g$$

$$V = Volúmen\ en\ ml$$

- Posteriormente lavar el pre filtro con soda caliente a una concentración de 50%

Anexo 6. Análisis de determinación de SST (continuación)



Anexo 7. Análisis de determinación de Sólidos Suspendedos Totales por turbidímetro

Procedimiento:

- Equipo previamente calibrado y verificado correctamente.
- Encender el equipo y colocar fecha y hora.
- Colocar una muestra de agua clarificada en el recipiente de vidrio.
- Limpiar el recipiente de vidrio con un paño y colocar el recipiente con muestra en el turbidímetro cerrando la tapa.
- Una vez cerrada la tapa, presionar en el botón “ok” para que la máquina pueda realizar la lectura de la muestra.
- El turbidímetro arroja la cantidad de SST en el agua clarificada, lo cual tiene q cumplir con los LMP.



Anexo 8. Análisis de determinación de pH

Procedimiento:

- Coger una muestra de agua clarificada en una jarra mediana de medio litro.
- Prender el potenciómetro y conectarlo con cuidado a la sonda.
- Colocar la sonda dentro de la jarra con la muestra y mover suavemente sin tocar las paredes y fondo del recipiente.
- Darle click en la opción "medición", esperar que se estabilice y obtenemos el resultado del pH del agua clarificada.

