

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE  
MEJORA CONTINUA EN EL SISTEMA DE  
FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO PARA  
REDUCIR CONTAMINANTES EN LOS  
EFLUENTES DE LA EMPRESA PROMASA,  
CHIMBOTE – 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

**Autores:**

Alexandra Karina Cruz Cordova

Yadira Lissete Leon Erazo

**Asesor:**

MSc. Ing. Margeo Javier Chuman López

<https://orcid.org/0000-0002-4038-7591>

Trujillo - Perú

2022

### JURADO EVALUADOR

<b>Jurado 1</b> <b>presidente(a)</b>	<b>Elvar Renato Miñano Mera</b>	<b>18130961</b>
	<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>N° DNI</b>

<b>Jurado 2</b>	<b>Kelly Milena Polo Herrera</b>	<b>41297911</b>
	<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>N° DNI</b>

<b>Jurado 3</b>	<b>Marieta Eliana Cervantes Peralta</b>	<b>29425048</b>
	<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>N° DNI</b>

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirnos culminar nuestros estudios superiores iluminándonos y guiándonos en cada momento para seguir por el camino correcto y así lograr alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres, quienes se esfuerzan a diario y nos brindan incondicionalmente su apoyo moral y económico.

A nuestros hermanos, que son parte importante en nuestras vidas y por ayudarnos de alguna manera a seguir adelante durante nuestra vida universitaria.

A nuestros amigos y todas aquellas personas especiales, que en algún momento nos aconsejaron, estuvieron a nuestro lado en los días buenos y malos dándonos fuerzas y alegrías necesarias para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por guiar nuestros pasos y estar a nuestro lado ayudándonos a cumplir nuestros objetivos ya que sin el nada sería posible.

A nuestros Padres, por hacer un esfuerzo en apoyarnos en toda la etapa de nuestras vidas.

A la Universidad Privada de Norte, por darnos la oportunidad de pertenecer a esta casa de estudios.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, por compartir sus enseñanzas durante nuestra vida universitaria.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>JURADO EVALUADOR .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>x</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Realidad Problemática.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Bases Teóricas .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.1 Ciclo de Deming (PHVA).....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.2 Proceso de flotación.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.2.1 Sistema de flotación por aire disuelto (DAF).....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.2.2 Variables operativas del sistema de flotación por aire disuelto (DAF).....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.2.3 Funcionamiento de un sistema DAF .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3. Formulación del Problema .....</b>	<b>11</b>
<b>1.4. Justificación.....</b>	<b>11</b>
<b>1.5. Objetivos .....</b>	<b>12</b>
<b>1.5.1. Objetivo general .....</b>	<b>12</b>
<b>1.5.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>12</b>
<b>1.6. Hipótesis .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1. Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.1. Población.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2. Muestra .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Técnicas, instrumentos y métodos .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.1. Técnicas.....</b>	<b>14</b>

2.2.2.	<b>Instrumentos</b> .....	14
2.2.3.	<b>Métodos</b> .....	15
2.3.	Procedimiento .....	15
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....		<b>17</b>
3.1	<b>Diagnóstico</b> .....	17
3.1.1	<b>Proceso productivo en la empresa PROMASA</b> .....	17
3.1.1.1	Desaguador rotativo .....	17
3.1.1.2	Cocina .....	17
3.1.1.3	Prensa .....	17
3.1.1.4	Separador de sólidos .....	18
3.1.1.5	Centrífuga .....	18
3.1.1.6	Planta evaporadora de agua de cola .....	18
3.1.1.7	Molienda húmeda .....	18
3.1.1.8	Secador a aire caliente .....	27
3.1.1.9	Enfriador neumático .....	27
3.1.1.10	Molienda seca .....	27
3.1.1.11	Adición de antioxidantes .....	27
3.1.1.12	Ensaque .....	27
3.1.2	<b>Efluentes industriales generados en la empresa PROMASA</b> .....	29
3.1.2.1	Agua de bombeo .....	29
3.1.2.2	Sanguaza .....	29
3.1.2.3	Agua de cola .....	29
3.1.3	<b>Situación actual del sistema DAF en la empresa PROMASA</b> .....	30
3.1.3.1	Etapa de filtración de sólidos .....	30
3.1.3.2	Etapa de flotación de sólidos y grasas .....	31
3.1.3.3	Parámetros de diseño para la celda de flotación .....	32
3.1.4	<b>Situación inicial de los niveles de contaminantes de los efluentes de la empresa PROMASA</b> .....	33
3.2	<b>Determinación de las causas del elevado nivel de contaminantes de los efluentes de la empresa PROMASA</b> .....	35
3.3	<b>Aplicación de la mejora continua</b> .....	38
3.3.1	<b>Etapa planear</b> .....	38
3.3.2	<b>Etapa Hacer</b> .....	39
3.3.2.1	Capacitación al personal .....	39
3.3.2.2	Plan de mantenimiento preventivo .....	43
3.3.2.3	Diseño de tanque de saturación del sistema DAF .....	41
3.3.2.4	Determinación de la correcta adición de coagulantes y floculantes .....	42
3.3.2.5	Mejora de diseño de sistema de flotación por aire disuelto .....	42
3.3.3	<b>Etapa de Verificar</b> .....	47
3.3.3.1	Situación después de la aplicación de la mejora continua en el sistema DAF .....	47
3.3.3.2	Verificación de la aplicación de la mejora continua en el sistema DAF .....	54

<b>3.3.4 Etapa de Actuar.....</b>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
4.1. Discusión.....	57
4.2. Conclusiones .....	61
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>72</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Parámetros que caracterizan el efluente residual</i> .....	29
<b>Tabla 2</b> <i>Datos para el diseño de la celda de flotación y placa barrelado</i> .....	32
<b>Tabla 3</b> <i>Dimensiones para la tolva de sólidos flotados, compartimiento para efluentes clarificados</i> .....	33
<b>Tabla 4</b> Datos del diagrama de Pareto realizado al sistema DAF en la empresa PROMASA .....	37
<b>Tabla 5</b> Rango Permitido de Materia Contaminante .....	39
<b>Tabla 6</b> Plan de capacitación del personal. ....	39
<b>Tabla 7</b> Lista de personal capacitado .....	41
<b>Tabla 8</b> Costo de Capacitación al Personal. ....	42
<b>Tabla 9</b> Plan de mantenimiento preventivo a la celda química del sistema DAF de la empresa PROMASA.....	38
<b>Tabla 10</b> Descripción del mantenimiento preventivo de la celda química en la empresa PROMASA.....	40
<b>Tabla 11</b> Datos para el diseño del tanque de saturación.....	41
<b>Tabla 12</b> Especificaciones del soporte y de los accesorios. ....	41
<b>Tabla 13</b> Óptima dosificación de coagulantes y floculante.....	42
<b>Tabla 14</b> Comparación de la concentración inicial y final de los sólidos suspendidos totales .....	49
<b>Tabla 15</b> Análisis estadístico de la reducción de sólidos suspendidos totales.....	50
<b>Tabla 16</b> Comparación de la concentración inicial y final de aceites y grasas.....	51
<b>Tabla 17</b> Análisis estadístico de la reducción de aceites y grasas. ....	53
<b>Tabla 18</b> Check list de procedimientos operacionales de la distribución de coagulante y floculante. ....	55



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ciclo de la mejora continua -PHVA .....	7
<b>Figura 2</b> Diagrama de equipos.....	26
<b>Figura 3</b> Diagrama de Operaciones de Procesos .....	28
<b>Figura 1</b> Filtro Rotativo del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa PROMASA.....	30
<b>Figura 6</b> Diagrama de Operaciones del Sistema por Aire Disuelto.....	32
<b>Figura 6</b> Concentración de sólidos suspendidos totales en el periodo de noviembre y diciembre del 2020. ....	34
<b>Figura 7</b> Concentración de aceites y grasas en el periodo de noviembre y diciembre del 2020. ....	35
<b>Figura 8</b> Diagrama de Ishikawa aplicado al problema del tratamiento de agua residual ...	36
<b>Figura 9</b> Diagrama de Pareto realizado al sistema DAF en la empresa PROMASA .....	37
<b>Figura 10</b> Diseño final del sistema DAF para la problemática estudiada. ....	43
<b>Figura 11</b> Diagrama de proceso del tratamiento de efluentes después de la implementación de la mejora continua en el DAF químico.....	46
<b>Figura 12</b> Concentración de sólidos suspendidos totales en el periodo de mayo a junio del 2021. ....	47
<b>Figura 13</b> Concentración de aceites y grasas en el periodo de mayo a junio del 2021. ....	48
<b>Figura 14</b> Análisis estadístico de la reducción de sólidos totales.....	51
<b>Figura 15</b> Análisis estadísticamente de la reducción de sólidos totales. ....	54

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo implementar un proceso de mejora continua al sistema de flotación por aire disuelto de la planta procesadora de harina y aceite de pescado, PROMASA. Dicha empresa en estudio se encuentra ubicada en el distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

La investigación comenzó diagnosticando el estado actual del sistema de flotación que tratan las aguas residuales, encontrándose que los efluentes tratados sobrepasan los límites de control superior (LCS) en cuanto a los sólidos suspendidos totales ( $> 700$  mg/l) y aceites y grasas ( $> 350$  mg/l). Luego se utilizó el diagrama de Ishikawa y Pareto para determinar las principales causas de este problema.

Identificadas las causas, se implementó el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar), mediante el cual se elaboró un manual de operaciones para la celda química, así mismo se corroboró la reducción de la concentración de los contaminantes de los efluentes, y se verificó el estado de cumplimiento de la mejora continua mediante la aplicación de un *check list* de procedimientos operacionales a la celda química del sistema DAF y también a la correcta dosificación de coagulante y floculante.

**Palabras claves:** mejora continua, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática.

En los últimos 25 años, la industria de harina de pescado ha tenido importantes cambios en la gestión ambiental de sus procesos. Antes, el 50% de las plantas pesqueras utilizaban 5.5 toneladas de anchoveta para fabricar una tonelada de harina, hoy en día solo se usan 4.3 toneladas; ello se debía al inadecuado tratamiento del agua de bombeo (volumen que transporta el pescado) y al agua de cola, que son los efluentes de la cocción y del prensado del pescado (Oceana, 2019).

En Chimbote la contaminación del agua y del aire, en los puertos, proviene de las actividades de las industrias de harina y aceite de pescado. Las consecuencias de estas actividades traen impactos negativos en la biodiversidad marítima y sobre la salud de las personas, ejemplo de ello, es la situación actual de la bahía el Ferrol, donde se observan algunos pelícanos y lobos marinos muertos en las orillas. Algunas actividades pesqueras se ejecutan empleando baja tecnología, cuya causa recae en una inapropiada planificación de la gestión y disposición de los desechos pesqueros (García, 2019).

Entre las diversas empresas procesadoras de harina de pescado se encuentra PROMASA, que comenzó a operar desde el 2008 mediante la resolución directoral N° 164 – 2008 – PRODUCE (Ministerio de la Producción). Esta planta, con una capacidad instalada de 50 toneladas por hora de procesamiento de materia prima, produce harina con elevado contenido proteico y, además aceite de pescado. Dicha empresa, en el cumplimiento de los compromisos ambientales de su programa de adecuación y manejo ambiental (PAMA), instaló una planta de tratamiento de aguas residuales con el fin de cumplir con los límites máximos permisibles, en adelante LMP, de sus efluentes industriales pesqueros, sin embargo, la inadecuada gestión, verificación y supervisión del sistema de flotación por aire disuelto (DAF) han causado que algunas cantidades de agua residual tratadas en la planta

estén fuera de los LMP establecido por el Ministerio del Ambiente (MINAM), de acuerdo al Decreto supremo N° 010-2018-MINAM.

A continuación, se desarrollaron algunos antecedentes relacionados al problema de investigación, para lo cual se tomaron referencias extraídas de artículos científicos y de tesis locales, naciones e internacionales.

***A nivel internacional:***

Delgado & Rondón (2012), en su investigación “Implementación de mejoras en la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa Henkel Venezolana S.A”, cuyo objetivo general fue implementar mejoras en la PTAR de la empresa mencionada, utilizó el ciclo de Deming o PHVA como metodología principal para el diagnóstico del proceso de tratamiento de aguas residuales, logrando caracterizar las condiciones iniciales (1900 mg/l sólidos suspendidos totales) y finales (54 mg /l sólidos suspendidos totales) de los efluentes. Así mismo, logró determinar la correcta dosificación de coagulante (3.5 ml/2L) y floculante (40 ml/2L), consiguiendo así el incremento de la eficiencia del proceso. Además, elaboró una carta control operativo como herramienta principal para asegurar el óptimo funcionamiento de la PTAR.

Diaz et al. (2018), en su investigación “Tratamiento de aguas residuales oleosas mediante flotación por aire disuelto”, cuyo objetivo fue disminuir la carga contaminante de aguas oleosas de las actividades de producción y refinación de petróleo, lograron disminuir la materia suspendida mediante flotación por aire disuelto, obteniendo una remoción de más del 93%, así mismo determinaron las condiciones operacionales óptimas con el par coagulante/ floculante, cuya a dosis fue de 200 mg/l y 2 mg/l, respectivamente. Además, hallaron la relación entre la cantidad de aire/ cantidad de sólidos, cuyo resultado fue de 0.101 ml de aire por cada mg de SST (sólidos suspendidos totales).

Millan & Polania (2018), en su tesis “Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa Somos K S.A”, lograron diagnosticar el estado actual de las aguas residuales generadas en el lavado de la flota de la empresa, y establecieron la solución de mejora cumpliendo la normatividad vigente. Dichos autores, mediante el diseño de una trampa de grasas y aceites, lograron una baja eficiencia de remoción de contaminantes; resultando así, en una concentración inicial de 87 mg/l hasta 75 mg/l para sólidos suspendidos totales y desde 20mg/l hasta 15mg/l para aceites y grasas.

En la tesis de Aguilar (2017) titulada “Diseño de un sistema de flotación por aire disuelto (DAF) para mejorar la calidad del agua residual de la industria láctea El Ordeño y La Corpabe”, realizaron la construcción y funcionamiento de un sistema DAF, donde lograron determinar las mejores condiciones de presión, saturación, porcentaje de recirculación y dosis de coagulante/ floculante para el tratamiento de sus efluentes de origen alimentario. Dichos autores concluyeron que su diseño propuesto, a los procesos operativos de tratamiento de aguas residuales, tuvo una alta eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos totales, y de aceites y grasas.

En el artículo científico de Janse Van Rensburg et al. (2019), titulado “The feasibility of wastewater recycling that includes residue from dissolved air flotation within a drinking water treatment plant: Case study of Midvaal Water Company, South Africa”, en el que presentaron como objetivo general determinar la tecnología con más eficiencia al tratamiento de aguas residuales, los autores concluyeron que era notorio la eficacia del sistema de tratamiento DAF (sistema de flotación por aire disuelto) y que no presento riesgos que perjudiquen los procesos de tratamiento y la calidad final del agua.

Posteriormente, en la tesis de Quoc (2017) titulada “Future Solution for Water Treatment”. El autor presentó como objetivo general diseñar un sistema de flotación por aire disuelto a pequeña escala y probar la eficiencia de eliminación de sólidos en aguas residuales

sintéticas. Los resultados del experimento demostraron que, en general, su nuevo diseño de flotación para tratamiento de aguas residuales es muy eficiente en la remoción de los sólidos suspendido totales. Además, el resumen del modelo de regresión ilustró que las variables tienen influencias significativas en la eficiencia de remoción de dichos contaminantes.

#### *A nivel nacional:*

Marca & Pacheco (2021), en su tesis “Propuesta de una alternativa tecnológica de mejora del área de tratamiento del agua de bombeo para la planta CFG Investment SAC La Planchada”, identificaron las condiciones de área de tratamiento de agua de bombeo y realizaron un balance de materia sobre las etapas de tratamiento. Dichos autores mediante la implementación de un sistema GEM (sistema de energía con mezcla de gas) lograron reducir los SST desde una concentración de 644 ppm hasta 49 ppm, así mismo ocurrió para el parámetro de aceites y grasas, disminuyendo su concentración inicial hasta en un 90%.

Romero & Rodríguez (2014), en su tesis “Propuesta de un sistema de depuración del agua de bombeo utilizando el método de flotación con aire disuelto (DAF) y floculantes para reducir los niveles de contaminación en la empresa pesquera Hayduk S.A - Malabrigo”, estimaron los niveles de recuperación de aceites y grasas del sistema DAF antes y después del proceso de mejora continua. Es así que, dichos autores determinaron los rendimientos actuales de recuperación de sólidos y grasas, recayendo en un 33% y 29%, respectivamente; y de acuerdo a ello, implementaron su propuesta de mejora continua basado en un sistema DAF, logrando así incrementar la recuperación de hasta en un 49% en SST y 56% en aceites y grasas. Concluyendo así, que el sistema DAF en el tratamiento de agua de bombeo de la empresa pesquera, resuelve en parte el problema de contaminación de las aguas marinas.

Quevedo & Silva (2016), en su tesis “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”, disminuyeron la

carga de contaminantes de sus efluentes pesqueros y lograron cumplir con los límites máximos permisibles (LMP). Mediante la optimización de la dosificación de coagulantes y floculantes redujeron desde 2500 mg/l de SST y 1500 mg/l de aceites de grasas hasta una eficiencia de recuperación del 97% y 92%, respectivamente.

Montero (2019), en sus tesis “El dosificador químico y la mejora del tratamiento de efluentes en el área PAMA de la empresa Proteicos Concentrados S.A.C.- Pisco-Perú”, logró la mejora del sistema de tratamiento de efluentes pesqueros mediante la instalación de un dosificador químico al sistema de flotación por aire disuelto (DAF). Dicho autor disminuyó la cantidad de sólidos totales disueltos mediante la correcta dosificación de coagulantes y floculantes; logrando así la reducción de DBO de 204 mg/l a 118 mg/l. Adicional a ello realizó una encuesta de satisfacción a los trabajadores del proceso del sistema de tratamiento, concluyendo que los rangos de clasificación, gracias a la implementación del dosificador, se ajustaron a las condiciones de excelente.

Zuta (2019), en su investigación “Calidad tecnológica de las máquinas y equipos de tratamiento del agua de bombeo de pescado, fase de recuperación primaria en las plantas de harina y aceite de pescado de la Región Callao”, identificó las zonas críticas y la brecha tecnológica del conjunto de máquinas que componen el sistema de tratamiento del agua residual pesqueros. Dicho autor, aplicando un modelo de mejora continua, logró determinar que los siguientes componentes de un sistema DAF: filtros de partículas sólidas tipo *trommel*, celdas de flotación y las máquinas separadoras centrífugas *tricanter*, representan la brecha tecnológica o zona crítica del sistema de tratamiento de aguas residuales de bombeo y de la descarga de los efluentes de la planta pesquera.

Celis & Corro (2018), en su investigación “Propuesta de implementación del ciclo Deming para la mejora del proceso de almacenamiento y selección de materia prima de una empresa pesquera”, aplicaron el ciclo de mejora continua, PHVA (planear, hacer, verificar

y actuar), al proceso de almacenamiento de anchoveta; mediante el cual lograron mejorar la calidad de la materia prima y la disposición de los desechos. Dichos autores, en la etapa del planear, identificaron las causas raíces del problema, luego en el hacer, propusieron la elaboración de nuevo laboratorio de análisis de parámetros contaminantes, en el verificar, compararon los resultados de laboratorio, mediante simulación y finalmente, en el actuar, elaboraron manuales y procedimientos de uso para hacer sostenible la mejora continua.

Cerna (2021) en su tesis “Implementación de un sistema de gestión de calidad en base al sistema HACCP en la pesquera Pelayo S.A.C. – Puerto Supe 2019”, logró la implementación de un sistema HACCP (análisis de peligros y puntos críticos de control) utilizando el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar). Con esta metodología, el autor, desarrolló los objetivos de la empresa, elaboró planes de acción y de control de calidad de la harina de pescado. En el diagnóstico inicial del problema encontró que en la etapa de secado existía un deficiente mantenimiento preventivo, repercutiendo en un 32.98% del producto defectuoso (harina de pescado). Mediante la implementación de la mejora, el autor logró reducirlo en un 12.5%. Así mismo, como recomendación, precisó en la realización de la capacitación de los trabajadores de las áreas de mantenimiento y simulacros de encuestas para futuras mejoras.



## 1.2. Bases Teóricas

### 1.2.1 Ciclo de Deming (PHVA)

La metodología del ciclo planear, hacer, verificar y actuar, en adelante (PHVA), es una herramienta de gestión que permite el mejoramiento continuo de una organización.

A continuación, en la figura 1, se presentan las 4 etapas del ciclo PHVA, el cual se disgregan en un total de 8 pasos que tiene que seguir la organización.

En la etapa planear se realiza un diagnóstico situacional de la empresa, cuya finalidad es hallar los problemas existentes en una organización para posteriormente planear las acciones correctivas que darán solución a dichos problemas.

#### Figura 1

*Ciclo de la mejora continua -PHVA*



Nota. Tomado de Rodríguez, A (2015). Modelo de Gestión para Micro Empresas y Pequeñas Empresas (Mypes) – NTC 6001. Har Asesores Empresariales.

Para el desarrollo de dicha etapa, se comienza por el primer paso que consiste en precisar y examinar la importancia que se le da a la problemática existente en la organización, así también es indispensable plantear el grado de reincidencia de dichos problemas; todo ello con el fin de ver qué tan frecuente ocurren en la empresa (Gutiérrez, 2014, p. 121 – 123). Luego, el segundo paso consiste en hallar las causas raíces de los problemas, para esto es necesario el uso herramientas de la mejora continua, tales como el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y lluvia de ideas. La aplicación de dichas herramientas en una organización permitirá determinar las posibles causas detrás de los problemas. Seguidamente, el tercer paso radica en analizar las causas principales de los problemas; para ello se utilizan ciertas herramientas enfocados en la calidad, tales como gráficos de dispersión y gráficos de control. Después, en el cuarto paso se tiene que plantear las medidas de solución para las causas que mayor influencia tienen en los problemas; para ello es importante clasificar las soluciones a corto y largo plazo (Rodríguez, 2004 p. 34).

En la etapa hacer, se considera al quinto paso, que consiste en la ejecución de las medidas de solución; en esta etapa se debe implementar todas las soluciones que se generaron en el cuarto paso.

En la etapa verificar, se evalúa el cumplimiento de las soluciones que se ejecutaron en la etapa hacer. En esta etapa se desarrolla el paso seis, el cual consiste en verificar el impacto de las medidas de soluciones aplicadas en la empresa; ello con la finalidad de determinar en qué medida se han dado solución a los problemas existentes de la empresa (Evans y Lindsay, 2005 p. 98).

En la etapa actuar se plantean acciones preventivas para poder minimizar los posibles problemas en un futuro; para ello se tiene que seguir el paso siete, el cual consiste en prevenir

que los problemas sean más frecuentes. Por último, el paso ocho, consiste en la conclusión de la aplicación de la metodología PHVA; el cual trata de archivar todos los pasos que se efectuó durante el proceso de la aplicación del ciclo de mejora continua, todo ello con la finalidad de evitar los posibles problemas en el futuro (Rodríguez, 2004).

### ***1.2.2 Proceso de flotación***

La flotación se utiliza para separar partículas líquidas y sólidas en efluentes de aguas residuales. Este fenómeno se da al introducir burbujas de aire en el agua, inmediatamente estas se adhieren a las partículas sólidas en suspensión provocando su ascenso hacia la superficie del efluente en tratamiento; con ello se logra remover una gran cantidad de sólidos en suspensión que tenían una densidad mayor que la del líquido (Sans & Ribas, 1989)

#### ***1.2.2.1 Sistema de flotación por aire disuelto (DAF)***

Es uno de los sistemas de tratamiento más comunes en aguas residuales para la remoción de aceites y grasas. En este tipo de tratamiento, el efluente entra a un tanque de retención cerrado y posteriormente se agrega aire a presión de varias atmosferas, para luego proceder a liberar la presión hasta el nivel atmosférico (Salas, 2004).

El sistema DAF está compuesto por una bomba de presurización, un tanque de retención que proporciona contacto entre el aire y el líquido, una válvula reductora de presión y un tanque de flotación. (Forero, Díaz Y Blandón, 1999, p. 69).

El principio de esta aplicación física permite realizar una remoción directa de sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, y una remoción indirecta que está referida a la regulación de la temperatura, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), entre otros (Sinia, 2016, p.4).

### ***1.2.2.2 Variables operativas del sistema de flotación por aire disuelto (DAF)***

**Presión de saturación.** A mayor presión de saturación, se tiene una mayor cantidad de aire disuelto en el agua y a la vez una mayor dispersión en la distribución de diámetros de burbuja con aparición de turbulencia (Puget et al., 2000).

**Recirculación.** Este parámetro permite determinar la razón de aire/sólidos en la celda de flotación, la cual debe ser lo más alta posible; sin embargo, una recirculación excesiva puede provocar turbulencia, lo que provocaría la destrucción de los flóculos débiles; afectando así la eficiencia del sistema DAF; por lo tanto, como afirma Salas (2004), la optimización del DAF requiere de un estudio experimental por cada sistema en particular.

La relación aire/ sólido (A/S), que se expresa como mg/l de aire liberado por la despresurización de sólidos en el efluente. Esta relación, se debe encontrar en un rango de 0.01 - 0.2 (Aguilar, 2014). Se debe tener en cuenta que la presencia de contaminantes en el agua residual, va a disminuir la solubilidad del aire en agua. La solubilidad del aire a presión atmosférica normalmente se expresa en términos de ml aire/L de agua (Aguilar, 2014, p.25).

### ***1.2.2.3 Funcionamiento de un sistema DAF***

La flotación por aire disuelto es un procedimiento que comúnmente se utiliza para el tratamiento primario de las aguas residuales. Primero se vierte el agua residual en la cámara de saturación hasta los  $\frac{3}{4}$  de su capacidad. Luego, se inyecta aire comprimido a la cámara hasta alcanzar una determinada presión, posteriormente este flujo se transforma en micro burbujas de 50 mm a 200 mm de diámetro a presión atmosférica. Luego, el líquido saturado sale por la parte inferior hacia el tanque de flotación a través de una válvula reductora de presión (Veall, 1993, p. 163), en el caso de que haya exceso de aire esta se libera por medio de una válvula instalada en la parte superior de la cámara (Wang et a., 2005).

### **1.3. Formulación del Problema**

El tema asociado, admitida por la Universidad Privada del Norte, corresponde a la línea de investigación de desarrollo sostenible y gestión empresarial. En base a la presente problemática, se realiza la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué medida la aplicación de la mejora continua reducirá los sólidos suspendidos totales, aceites y grasas en los efluentes generados por la empresa PROMASA, Chimbote – 2021?

### **1.4. Justificación**

Con este proyecto se logrará identificar el cuello de botella del sistema de flotación por aire disuelto de la empresa PROMASA y con ello se implementará un proceso de mejora continua que beneficiará a dicha organización en aspectos relacionados con la calidad de sus productos (harina de pescado y aceite) y al medio ambiente (cumplimiento de los LMP).

A nivel social, la aplicación de esta metodología permitirá la reducción de los efectos de la contaminación de los recursos hidrobiológicos por los efluentes que son vertidos por la empresa pesquera, pues de seguir vertiendo niveles altos de contaminantes al mar, se provocarían efectos adversos sobre la salud humana de los pescadores.

A nivel medioambiental, la reducción de los sólidos suspendidos totales, aceites y grasas de las aguas residuales, logrará mitigar y corregir aquellos impactos ambientales negativos o perjudiciales sobre la biodiversidad, los ecosistemas costeros de la bahía y los puertos aledaños a la empresa pesquera en estudio. Así mismo, permitirá el cumplimiento de los límites máximos permisibles (LMP).

A nivel económico, este trabajo de investigación contribuirá a la optimización de los recursos operacionales que se destinan al tratamiento de los efluentes de agua de bombeo, pues se mejoraría indirectamente la producción de la empresa pesquera, PROMASA.

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo general***

Implementar el ciclo de la mejora continua al sistema de flotación por aire disuelto para disminuir los niveles de concentración de los contaminantes en los efluentes de la empresa PROMASA, 2021.

### ***1.5.2. Objetivos específicos***

Determinar las causas que originan el incumplimiento de los límites de control superior o límites máximos permisibles en los efluentes pesqueros generados por la empresa PROMASA, 2021.

Reducir la concentración de los sólidos suspendidos totales, aceites y grasas de las para cumplir los límites máximos permisibles de los efluentes pesqueros en la empresa PROMASA, 2021.

Verificar los resultados obtenidos después de la aplicación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto en los efluentes generados por la empresa PROMASA, 2021.

## **1.6. Hipótesis**

La aplicación de la mejora continua reducirá los sólidos totales, aceites y grasas en los efluentes generados por la empresa PROMASA, Chimbote – 2021.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

Debido que los resultados obtenidos fueron representados en tablas de frecuencias y estadísticos, el tipo de esta investigación, según su carácter de medida y enfoque, es cuantitativo.

Así mismo, el estudio según su finalidad, fue del tipo aplicado, pues como el propósito fue reducir la concentración de sólidos suspendidos totales, aceites y grasas en los efluentes de la empresa PROMASA, se aplicó un proceso de mejora continua al sistema DAF para solucionar el problema existente.

El diseño que se aplica en el desarrollo de esta investigación fue del tipo pre experimental, ya que existió una ligera manipulación en la mejora continua (variable independiente), el cual se aplicó al proceso productivo de la empresa PROMASA, además que se determinó su efecto a través de la medición de la concentración de los sólidos suspendidos totales, aceites y grasas en los efluentes (variable dependiente). Cabe destacar que se empleó un pre prueba y post prueba para determinar la eficiencia de remoción de los sólidos en los efluentes de la empresa PROMASA.

$$G \longrightarrow 01 \text{ — } X \text{ — } 02$$

#### **Dónde:**

**G** = Efluentes de la empresa PROMASA

**01** = % sólidos en los efluentes iniciales (PRE PRUEBA).

**X** = Mejora continua (ESTÍMULO)

**02** = % sólidos totales en los efluentes finales (POST PRUEBA).

#### Población y muestra

Para demostrar y comprobar la hipótesis formulada, se desarrolló una matriz de operacionalización de las variables de estudio, y de los indicadores de cada una de ellas,

como los SST, aceites y grasas. En el anexo 1 se presenta la matriz de operacionalización de las variables.

### ***2.1.1. Población***

La población está representada por todos los efluentes generados en la producción de harina y aceite de pescado de la planta procesadora pesquera, PROMASA.

### ***2.1.2. Muestra***

Está representada por los efluentes tratados en el sistema DAF, antes y después de la aplicación de la mejora continua, en el periodo de noviembre del 2020 a enero del 2021, de la empresa pesquera PROMASA.

## **2.2. Técnicas, instrumentos y métodos**

### ***2.2.1. Técnicas***

En la presente investigación se recopilaron los datos empleando las siguientes técnicas:

**Observación.** Sirvió para determinar el estado en el que se encontraba la empresa (Peña, 2015 p. 120).

**Recopilación documental.** Esta técnica permitió tomar datos necesarios de la empresa respecto a los indicadores iniciales de las variables (Peña, 2016 p. 62).

**Encuestas.** Sirvió para recopilar información sobre las falencias y posibles mejoras del tratamiento de efluentes, en el sistema DAF de la empresa pesquera PROMASA. Para ello se realizaron encuestas dirigidas al personal de mantenimiento y operadores de la planta.

### ***2.2.2. Instrumentos***

En el proceso de investigación, uno de los instrumentos utilizados para analizar las causas principales del problema en los efluentes en la empresa PROMASA, fue el diagrama de Ishikawa y de Pareto. Así mismo, se utilizó un cuestionario, como instrumento para



encuesta y una guía de entrevista. Por último, el análisis de contenido fue de vital importancia como instrumento en la recopilación documental de la empresa PROMASA.

### **2.2.3. Métodos**

**Análisis descriptivo.** Se utilizó para representar las características básicas de los datos. Comprendió el análisis de la distribución de frecuencias, medidas de tendencia central y medidas de la variabilidad referidos al comportamiento de las variables, permitiendo así representarlos en tablas y gráficos para su interpretación.

**Análisis inferencial.** Para este caso se utilizará el programa SPSS para procesar los datos y analizar los estadígrafos que se generan con la finalidad de comprobar las hipótesis planteadas.

### **2.3. Procedimiento**

En primer lugar, se inició con la visita e inspección de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales en la empresa PROMASA; ello se realizó con el fin de comprender el proceso de producción de harina y aceite de pescado. Una vez estudiadas las actividades más esenciales de la planta de tratamiento de aguas residuales, se caracterizó el proceso de tratamiento de agua residual del sistema de flotación por aire disuelto (DAF).

En segundo lugar, mediante el diagrama de Ishikawa se determinaron las causas que generan la presencia de sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, después mediante el diagrama de Pareto, se determinó las causas que más inciden en el problema.

Posteriormente, se procedió a determinar el grado de concentración inicial de los parámetros contaminantes del efluente pesquero (SST, aceites y grasas).

Una vez determinado los niveles de concentración inicial, se procedió implementar la mejora continua dentro del sistema de flotación por aire disuelto (DAF), que consistió en la elaboración de un manual de operaciones, un plan de mantenimiento preventivo dentro de

la celda química, así mismo la implementación de un plan de capacitaciones para el personal operativo del área de producción de harina y aceite de pescado y, por último la aplicación de una *check list* de cumplimiento de controles operacionales y de dosificación de coagulantes y floculantes.

Después de la aplicación de la mejora continua, se realizó una nueva evaluación de la concentración de los contaminantes de efluentes generados. Con los resultados obtenidos, se procedió a validar la hipótesis de investigación, empleando la herramienta estadística *t student*, mediante el software SPSS V. 22.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 Diagnóstico

#### 3.1.1 *Proceso productivo en la empresa PROMASA*

##### 3.1.1.1 **Desaguador rotativo.**

Tal y como se observa en la figura 3, el proceso de producción de harina de alto contenido proteico y aceite de pescado para consumo humano de la empresa PROMASA, comienza con la descarga de la anchoveta con agua de mar a los desaguadores rotativos, estos son equipos con mallas de acero inoxidable que permiten reducir la cantidad de agua de mar de la materia prima. Cabe resaltar que la descarga se realiza utilizando un sistema de bombeo, el cual, mediante tuberías, ocasiona algunos daños a la anchoveta, generando así la sanguaza (sólidos y sangre acuosa de pescado).

##### 3.1.1.2 **Cocina.**

Luego del desaguado, el pescado es derivado a las cocinas, donde se lleva a cabo la operación de cocción. La cocción se realiza con la finalidad de esterilizar la materia prima, liberar las grasas y aceites de la anchoveta y así mismo, coagular el contenido proteico. Esta operación se lleva a cabo mediante el sometimiento de la anchoveta a temperaturas mayor o igual a 85°C.

##### 3.1.1.3 **Prensa.**

Luego de la cocción, la materia prima es drenado hacia la prensa. La operación mecánica de prensado consiste en la aplicación de presión para liberar el agua y grasa de la materia prima cocinada. En esta operación se genera el licor de prensa y la torta de prensa. La extrucción o prensado es afectada por el nivel de cocción, pues si es baja; se generará una mayor cantidad de sólidos en el licor o caldo de prensado

#### **3.1.1.4 Separador de sólidos.**

El licor generado en el prensado, es sometido a un proceso de separación de sólidos a una temperatura mayor o igual a 85°C, para ello se utiliza centrífugos horizontales, estos equipos hacen precipitar a los sólidos para ser expulsados y derivados, mediante un tornillo helicoidal, a la molienda húmeda.

#### **3.1.1.5 Centrífuga.**

Luego del proceso de separación de sólidos, el licor de prensa pasa a una centrífuga de disco vertical, el cual realiza la extracción del aceite de pescado del agua y lodos a una temperatura mayor o igual a 85°C. En esta operación, y también en el tratamiento de la sanguaza, se genera agua de cola.

#### **3.1.1.6 Planta evaporadora de agua de cola.**

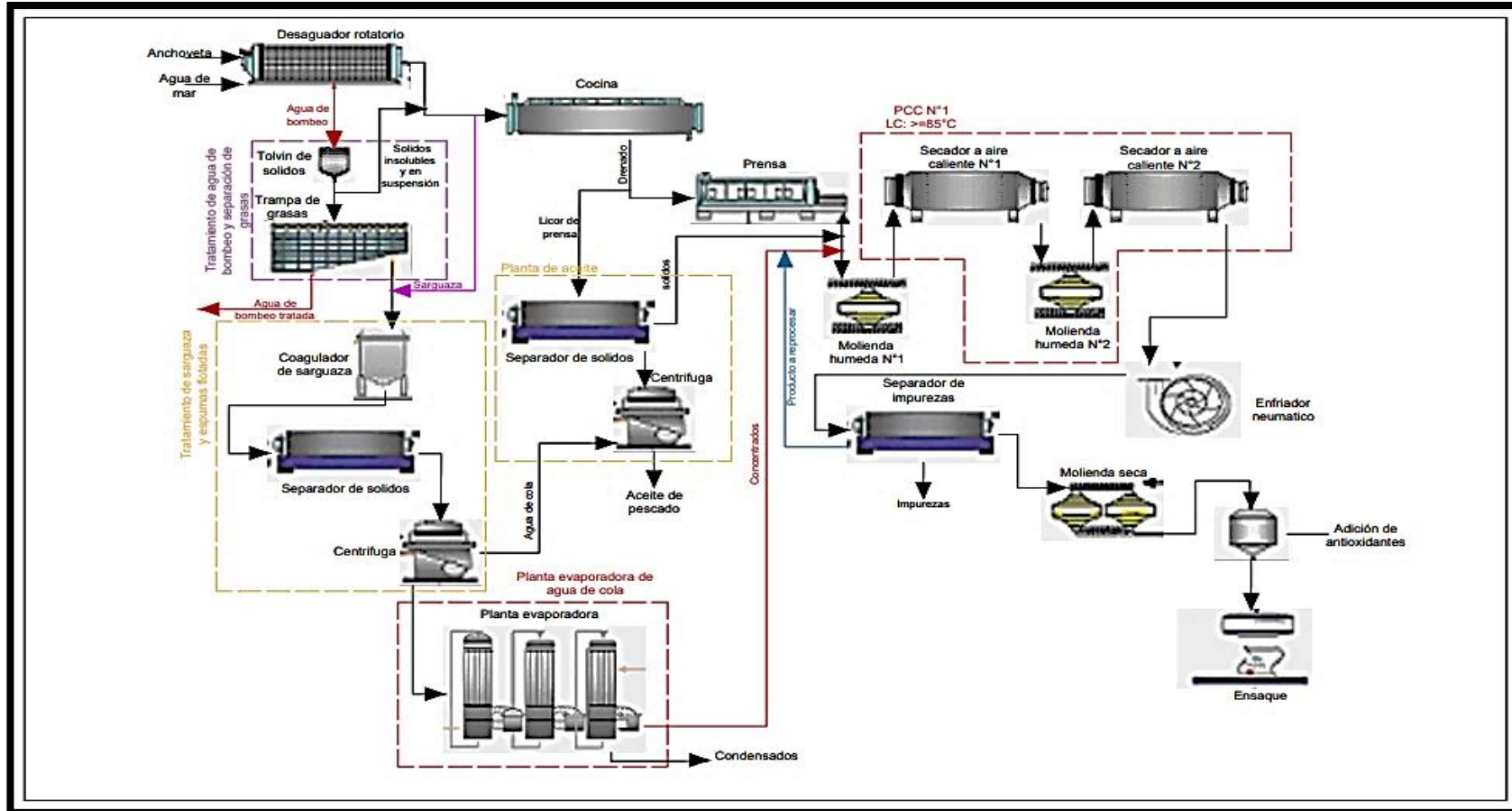
Después de la extracción del aceite de pescado, el agua de cola generado es sometido a la operación de evaporación, pues dentro de este efluente aún existe un porcentaje considerable de sólidos solubles (8-10%). Estos sólidos solubles son adicionados a la molienda húmeda donde también es llevado la torta de prensa.

#### **3.1.1.7 Molienda húmeda.**

Tal y como se observa en el diagrama de operaciones de procesos (figura 3), en este proceso se mezclan los sólidos solubles provenientes de la planta evaporadora, la torta de prensa y el producto no conforme de la molienda seca.

**Figura 2**

*Diagrama de equipos*



Nota. Tomado de PROMASA.

### **3.1.1.8 Secador a aire caliente.**

En una primera etapa se seca toda la torta de prensa hasta un 30% de humedad. Este tratamiento térmico se realiza mediante secadores a vapor *rotadisk*. En una segunda etapa se logra deshidratar al máximo la torta de prensa. Es preciso indicar que la temperatura y el tiempo de secado determinan la calidad del producto final.

### **3.1.1.9 Enfriador neumático.**

En esta operación se reduce la temperatura del producto para poder ser molido en seco.

### **3.1.1.10 Molienda seca.**

Se reduce el tamaño de las partículas de harina hasta cumplir con los estándares exigentes de los clientes.

### **3.1.1.11 Adición de antioxidantes.**

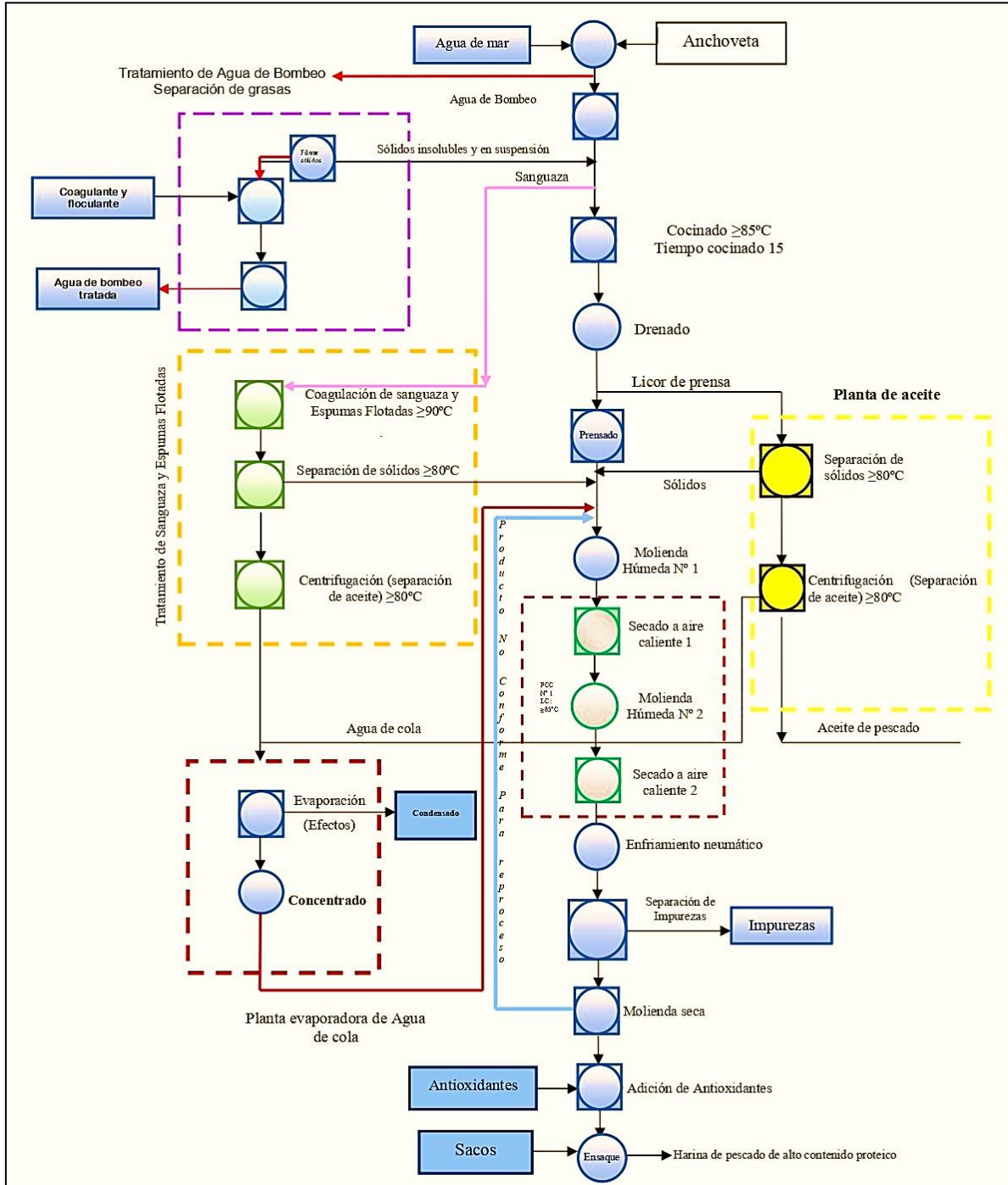
Se agregan una cantidad adecuada de aditivos alimentarios o preservantes que impiden que la harina de pescado se malogre o se oxide.

### **3.1.1.12 Ensaque.**

El producto final seco es llevado mediante un transportador helicoidal al área de ensaque, donde es pesado, rotulado y envasado en sacos de 50 kg en balanzas electrónicas. Posterior a ello, el producto final es almacenado para su posterior venta o despacho.

**Figura 3**

*Diagrama de Operaciones de Procesos*



Nota. Tomado de PROMASA.

### 3.1.2 Efluentes industriales generados en la empresa PROMASA

La caracterización de los efluentes pesqueros generados es fundamental para un diseño eficiente del sistema DAF.

En la tabla 1, se detalla las características efluente de agua residual.

**Tabla 1**

*Parámetros que caracterizan el efluente residual*

	Máximo	Promedio	Mínimo
Q (m <sup>3</sup> /min)	0.0323	0.02333	0.0156
pH			8.52
T (°C)	28.50	28.06	27.60

*Nota.* Información suministrada por la empresa PROMASA.

A continuación, se describen los efluentes que se generan en las diferentes etapas del proceso de producción de harina y aceite de pescado de la empresa PROMASA.

#### 3.1.2.1 Agua de bombeo

Este efluente se genera durante el trasvase de la anchoveta al desaguador rotativo. El agua de bombeo está constituida por el agua de mar, sólidos y líquidos del pescado (escamas, proteína, grasa y sangre). Se describe a este efluente con una alta concentración de solidos totales, grasa, y proteínas solubles.

#### 3.1.2.2 Sanguaza

Es el efluente generado después de la operación de desaguado. En la sanguaza se encuentra una alta carga orgánica de solidos totales, grasas y proteínas.

#### 3.1.2.3 Agua de cola

Es el efluente generado en el proceso del prensado y en el tratamiento de la sanguaza. La composición del agua de cola varía de acuerdo a la frescura del pescado. Este efluente se



reingresa al proceso de elaboración de harina y aceite de pescado, pues contiene una elevada carga orgánica (7-9% sólidos totales, 3.5 % proteína).

### **3.1.3 Situación actual del sistema DAF en la empresa PROMASA**

#### **3.1.3.1 Etapa de filtración de sólidos**

El agua de bombeo es dirigida a los filtros rotativos *trommel*, mediante el cual se logra separar las partículas gruesas (escamas y vísceras) de los sólidos pequeños en los efluentes que serán derivados a la celda de flotación.

En la Figura 1, se puede observar al filtro rotativo que forma parte del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa PROMASA. Este filtro a menudo sufre problemas de averías en la platina, lo que provoca la detención inesperada del proceso de flotación y, por ende, como ya se mencionó trae consecuencias como inadecuado tratamiento de los efluentes (LMP fuera de rango) y así también la demora del proceso productivo de harina de pescado y aceite.

#### **Figura 4**

*Filtro Rotativo del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa PROMASA*



El agua de bombeo es alimentada a unos filtros rotativos tamaño de malla de 0.5 mm, que son utilizadas para separar y recuperar las escamas. El filtro Rotativo *trommel* se compone por un tambor rotatorio que está construido con malla *Jhonson*. El efluente es ingresado a una cámara de alimentación con un vertedero lateral doble que puede regularse. El efluente es extraído por las rendijas de las mallas colocadas de manera perpendicular al flujo, este fenómeno es favorecido por el efecto centrifugo sobre la malla curva, así mismo los sólidos retenidos son transportados por medio de paletas distribuidas helicoidalmente hacia el extremo de descarga.

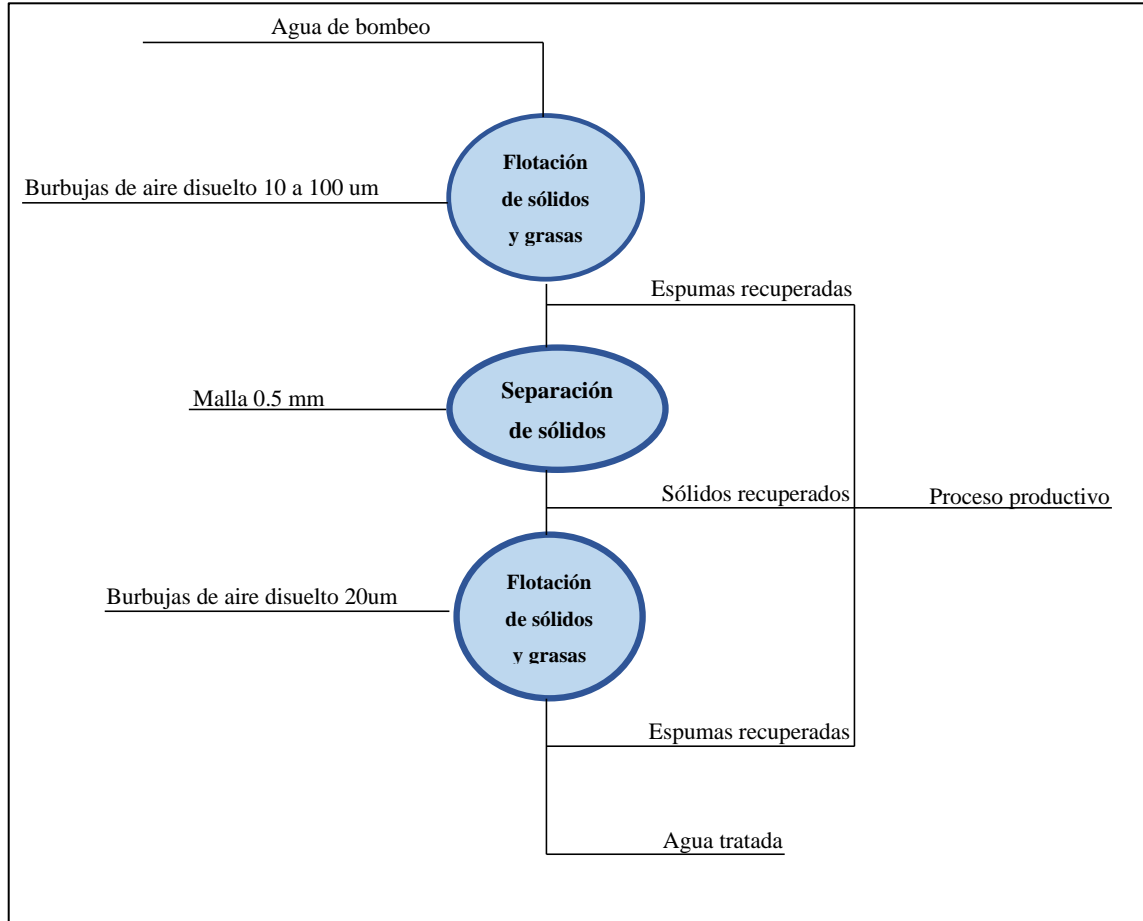
El operador verifica la buena operatividad de los filtros dejando las mallas limpias con una buena presión de agua.

### **3.1.3.2 Etapa de flotación de sólidos y grasas**

El agua de bombeo que entra al desaguador rotativo, cae por gravedad a la poza de flotación del sistema DAF (marca KROFTA) de 67.22 m<sup>3</sup>, que está compuesto de dos compartimientos comunicadas entre sí. Dentro de los compartimientos se encuentran 04 microaireadores que inyectan micro burbujas de aire disuelto de 10 a 100 µm, luego de la aireación se forma la espuma en la superficie del efluente, esta espuma está conformado por sólidos en suspensión y grasas. Las espumas son receptionadas en un tanque el cual se trasladan por una tubería acero inoxidable de 3 pulgadas, luego es derivada al coagulador y posteriormente a las centrifugas verticales para la extracción del aceite.

**Figura 5**

*Diagrama de Operaciones del Sistema por Aire Disuelto*



### 3.1.3.3 Parámetros de diseño para la celda de flotación

**Tabla 2**

*Datos para el diseño de la celda de flotación y placa barrelado.*

Parámetro		
$Q$ (m <sup>3</sup> /min) = 0.032	$A_c$ (m <sup>2</sup> ) = 1.60	$CHS_c$ (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .min) = 2.00
$T$ (°C) = 28.50	$h_c$ (m) = 0.40	$A/S$ (mL/mg) = 0.042
$TRH_c$ (min) = 20.00	Borde libre (m) = 0.30	D (pulg.) = 3
$V_c$ (m <sup>3</sup> ) = 0.646	Altura para sólidos sedimentables (m) = 0.40	Material de fabricación Celda de flotación: acero laminado en caliente ASTM A 56 (hierro negro).
$l_c$ (m) = 2.00		

$$b_c (m) = 0.80$$

$$h_c '(m) = 1.10$$

Tuberías: Hierro galvanizado

*Nota.* Información suministrada por la empresa PROMASA.

**Tabla 3**

*Dimensiones para la tolva de sólidos flotados, compartimiento para efluentes clarificados*

Parámetros		
Tolva de sólidos flotados	Compartimiento para efluentes clarificados	Placa barrelodo
Ancho (m) = 0.80	Ancho (m) = 0.80	Largo (m) = 0.78
Altura (m) = 0.40	Altura (m) = 1.10	Alto (m) = 0.15
Largo (m) = 0.20	Largo (m) = 0.20	Espesor (mm) = 2
Borde libre (m) = 0.30		

### **3.1.4 Situación inicial de los niveles de contaminantes de los efluentes de la empresa**

#### **PROMASA.**

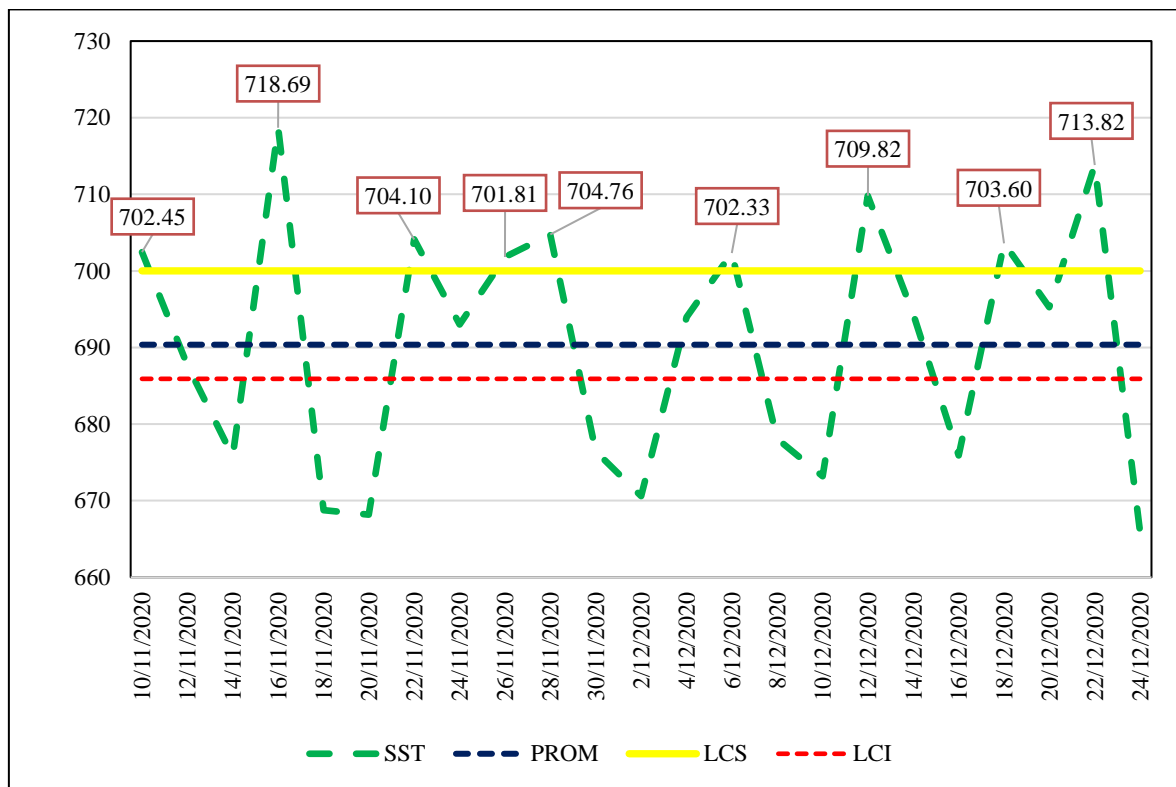
Para determinar el nivel inicial de la concentración de sólidos suspendidos totales, aceites y grasas de los efluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales empresa PROMASA, se realizó la recolección de datos de las lecturas de los equipos instalados en el sistema DAF, estos datos fueron tomados en el periodo de noviembre a diciembre del 2020 y se listan en el Anexo 4 y 5. Dichos valores, en mg/l, fueron organizados a través de un gráfico de control, los cuales se muestran a continuación.

De acuerdo a los datos organizados en la figura 6, se puede observar que los niveles de sólidos suspendidos totales están por encima el límite de control superior (LCS =700 mg/l), estas desviaciones se encuentran en las fechas 10, 16, 22, 26 y 28 de noviembre del 2020 y el 6, 12, 18 y 22 de diciembre del año 2020. Los valores que sobrepasan el LCS, para

dicho parámetro en los días mencionados, podrían deberse a la falta de mantenimiento en las máquinas de tratamiento de efluentes y un control deficiente en las operaciones, sumando a esto podría deberse también a la falta de monitoreo en el tiempo establecido por el personal encargado y, a equipos en mal estado.

**Figura 6**

*Concentración de sólidos suspendidos totales en el periodo de noviembre y diciembre del 2020.*



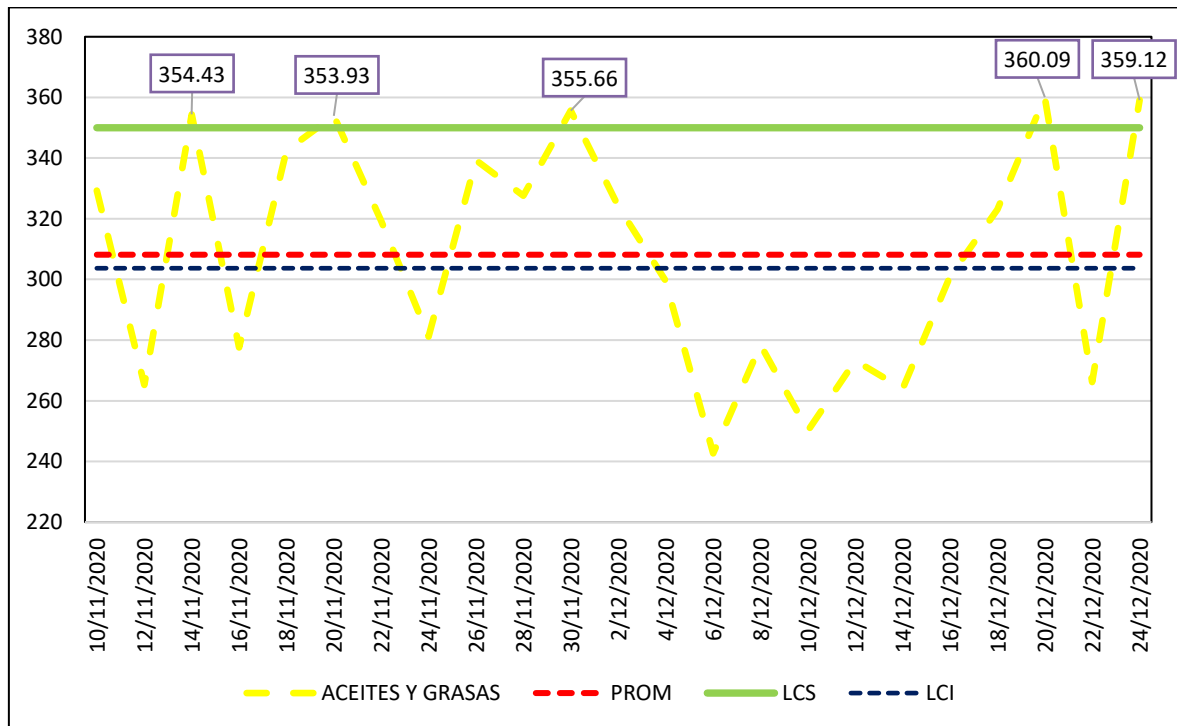
*Nota.* Tomado de la base de datos de control de lectura de equipos (Anexo 4). SST = Sólidos suspendidos totales, LCS = Límite de control superior (< 700), LCI = Límite de control inferior (> 0), PROM = Promedio del nivel de sólidos suspendidos totales (< 690.37).

Tal y como se observa en la figura 7, la concentración inicial de grasas y aceites en el mes de noviembre sobrepasa el LCS, el cual debería de ser menor a 350 mg/l. Algunos valores se encuentran cerca de la línea central, pero de igual forma se presentaron tres desviaciones correspondiendo a los días 14, 20 y 30 de noviembre del 2020, ello podría

deberse a los equipos averiados de la planta de tratamientos de efluentes. Así mismo, se observa que los niveles de grasas y aceites son superiores a los LCS en los días 20 y 24 de diciembre del 2020, esto podría deberse a que los equipos del PAMA tenían un desgaste gradual, los cuales no permitían que se efectuó de manera correcta los procedimientos para su mantenimiento.

**Figura 7**

*Concentración de aceites y grasas en el periodo de noviembre y diciembre del 2020.*



*Nota.* Tomado de la base de datos de control de lectura de equipos (Anexo 5), LCS = Límite de control superior (< 350 mg/l), LCI = Límite de control inferior (> 0), PROM = Promedio del nivel de aceites y grasas (< 308.15 mg/l)

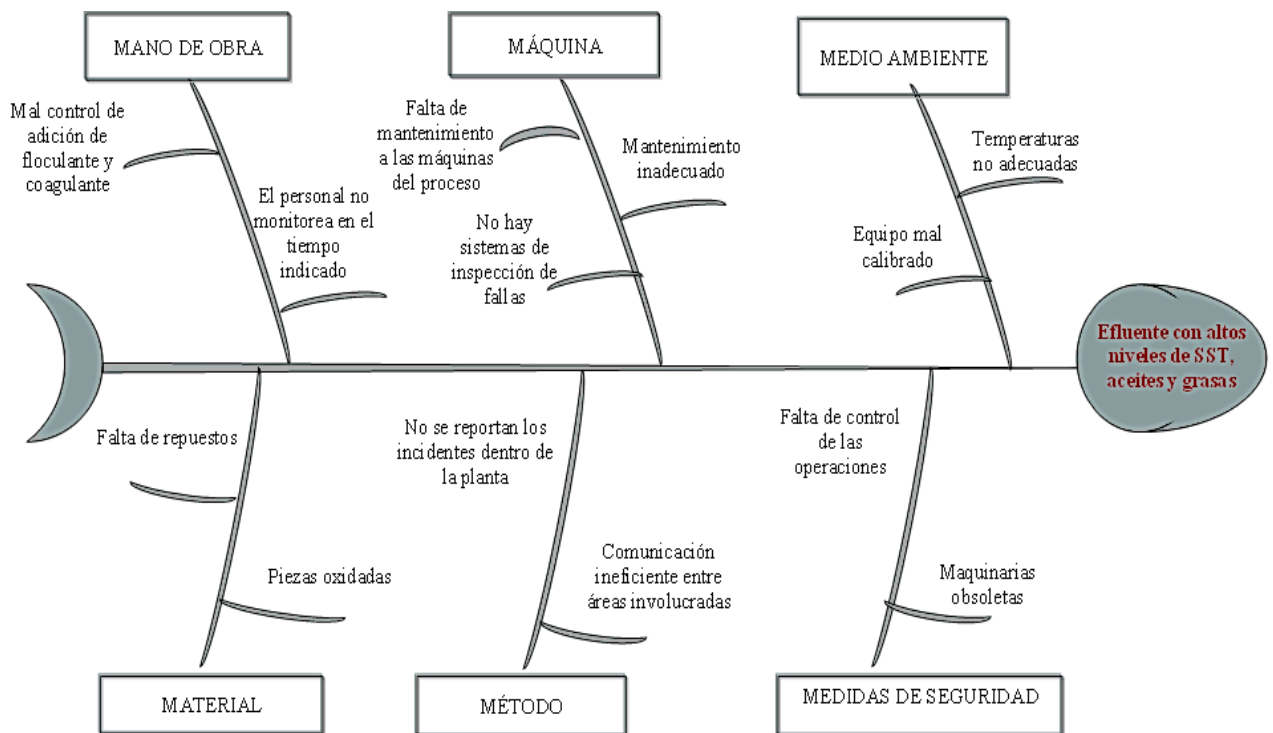
### 3.2 Determinación de las causas del elevado nivel de contaminantes de los efluentes de la empresa PROMASA.

Se observa en el diagrama de Ishikawa (figura 8), la relación causa efecto de las diversas variables que originan que los niveles de concentración de los contaminantes

sobrepasen el límite de control superior (LCS) en cuanto a los parámetros de sólidos suspendidos totales, aceites y grasas. En el análisis, se pueden observar que las causas ramificadas recaen en la insuficiente capacitación de la mano de obra y el mal control de adición de floculantes y coagulantes en la celda química del sistema de flotación por aire disuelto (DAF), así mismo la falta de mantenimiento, incorrecta manipulación e inspección de la maquinaria y, por último, en la incorrecta ejecución del método.

**Figura 8**

*Diagrama de Ishikawa aplicado al problema del tratamiento de agua residual*

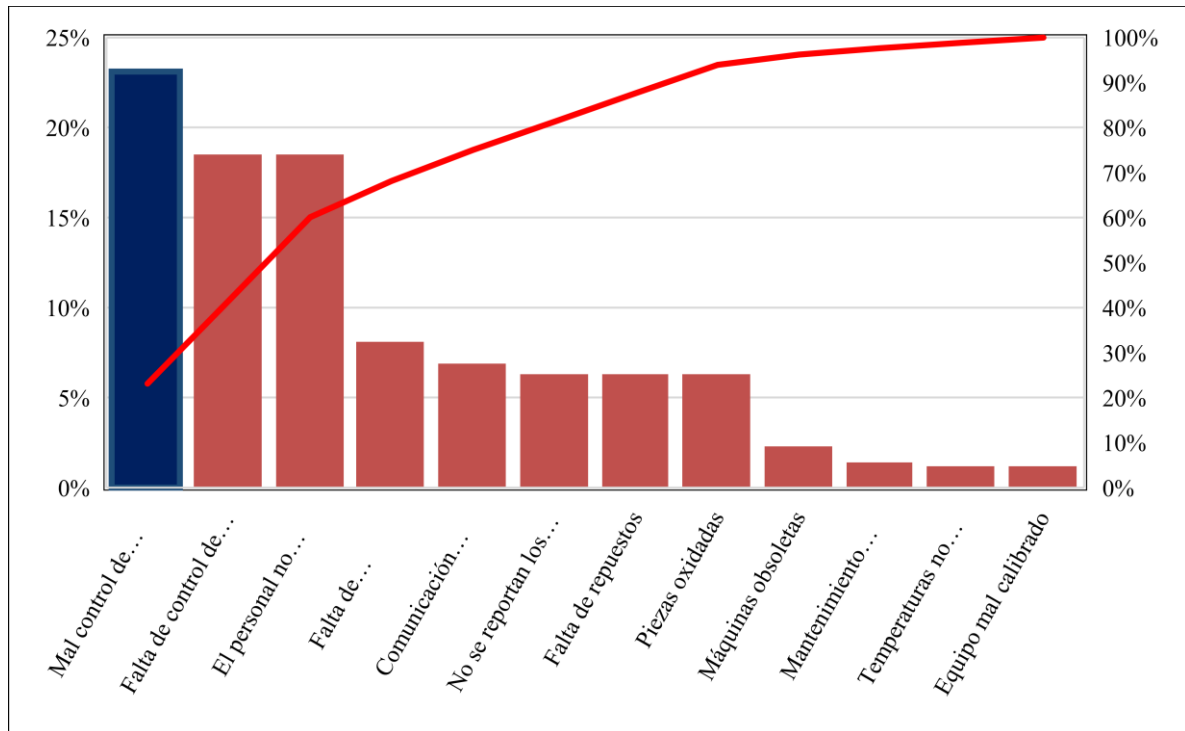


De acuerdo al diagrama de Pareto elaborado (figura 9), se determinó que la causa con mayor incidencia sobre el problema es el mal control de adición o dosificación de coagulantes y floculantes en la celda química del sistema DAF. Dicha causa principal representa cerca del 23.15 % del total de problemas. Así mismo, otras causas con un nivel de incidencia moderado, es la falta de control de operaciones y una poca capacitación en la

ejecución de las operaciones. El orden incidencia de las causas que origina dicho problema se detallan en la Tabla 4.

**Figura 9**

*Diagrama de Pareto realizado al sistema DAF en la empresa PROMASA*



**Tabla 4**

*Datos del diagrama de Pareto realizado al sistema DAF en la empresa PROMASA*

Causas que generan la presencia de sólidos en los efluentes	Cantidad	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Mal control de adición de coagulante y floculante	100	100	23.1%	23.15%
Falta de control de las operaciones	80	180	18.5%	41.67%
El personal no monitorea en el tiempo indicado	80	260	18.5%	60.19%
Falta de mantenimiento de las máquinas en el proceso	35	295	8.1%	68.29%
Comunicación ineficiente entre áreas involucradas	30	325	6.9%	75.23%
No se reportan los incidentes dentro de la planta	27	352	6.3%	81.48%



Causas que generan la presencia de sólidos en los efluentes	Cantidad	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Falta de repuestos	27	379	6.3%	87.73%
Piezas oxidadas	27	406	6.3%	93.98%
Máquinas obsoletas	6	412	1.4%	95.37%
Mantenimiento inadecuado	6	418	1.4%	96.76%
Temperaturas no adecuadas	5	423	1.2%	97.92%
Equipo mal calibrado	5	428	1.2%	99.07%
Máquinas obsoletas	4	432	0.9%	100.00%
Total	432		100%	

### 3.3 Aplicación de la mejora continua

#### 3.3.1 *Etapa planear*

En esta etapa se establecieron los objetivos y procesos necesarios para tratar las causas identificadas del problema en el sistema DAF de la empresa PROMASA. Para ello, primero se procedió a elaborar un manual de procedimientos operacionales para la celda química del sistema DAF, con el objetivo de que al ejecutar dicho manual se trate de reducir la concentración de los sólidos suspendidos totales, aceites y grasas hasta el cumplimiento de los LMP o rango permitido.

De acuerdo a la tabla 5, el rango permitido para los sólidos suspendidos totales es de 0 a 700 mg/l y para los aceites y grasas es de 0 a 350 mg/l.

**Tabla 5**

*Rango Permitido de Materia Contaminante*

Materia contaminante	Rango (mg/l)	Estado
Sólidos suspendidos totales	≤700	Aceptable
(SST)	>700	Inaceptable
Aceites y grasas	≤350	Aceptable
	>350	Inaceptable

*Nota.* Tomado del D.S N° 010-2018-MINAM. Ministerio del Ambiente

El manual de operaciones implementado se detalla en el Anexo 6.

**3.3.2 Etapa Hacer**

**3.3.2.1 Capacitación al personal.**

El objetivo fue dar a conocer los procedimientos estándares del manual para la correcta operación del sistema DAF, así como algunos indicadores de gestión e inspección.

A continuación, en la Tabla 6, se listan los temas desarrollados en el plan de capacitaciones realizadas al personal.

**Tabla 6**

*Plan de capacitación del personal.*

Ítems	Temas	Fechas
1	Introducción al sistema de flotación por aire disuelto	10/01/2021
2	Procedimientos operacionales de la planta de tratamiento de efluentes y límites máximos permisibles.	20/01/2021
3	Clasificar	30/01/2021
4	Ordenar	09/02/2021

---

5	Limpiar	18/02/2021
6	Estandarizar	27/02/2021
7	Disciplina y control	08/03/2021
8	Sobre indicadores de gestión de mantenimiento	16/03/2021
9	Limpieza e inspección	26/03/2021
10	Acciones correctivas	07/04/2021
11	Preparación de estándares	15/04/2021
12	Inspección general	21/04/2021

---

La capacitación de personal tuvo un efecto de manera inmediata dentro del sistema de flotación por aire disuelto y ello se vio reflejado en la reducción de los sólidos suspendidos totales, aceites y grasas en los efluentes generados por la empresa PROMOSA.

Es preciso mencionar que el personal capacitado estuvo conformado por el área de mantenimiento y de producción, debido a que, ellos están en constante contacto con los problemas hallados en el proceso de tratamiento de las aguas residuales del sistema DAF de la empresa PROMASA. Los temas dictados y capacitados se dieron tres veces al mes.

Todas las evidencias de las capacitaciones realizado en la empresa PROMASA se muestran en el Anexo 10.

**Tabla 7**

*Lista de personal capacitado*

Nombres y Apellidos	Cargo	Máquina	Responsabilidad	Capacitación
Fermín Gonzales Dextre	Mecánico		Sistema de dirección	Asistente
Eder Paul Muñoz Angulo	Mecánico		Sistema de dirección	Asistente
Amadeo Dextre Morales	Mecánico		Sistema hidráulico	Asistente
Elvis Ñuñuvero Murga	Mecánico		Sistema eléctrico	Asistente
Julio Arellano Padilla	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Ángel Tarazona Ramírez	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Gustavo Hidalgo Obeso	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Ángel Rabanal Padilla	Mecánico		Sistema de dirección	Asistente
José Luis Paredes Sánchez	Mecánico		Sistema eléctrico	Asistente
Fernando Paredes Sánchez	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Darwin Joel Pulido Vargas	Mecánico	CELDA QUÍMICA	Sistema de motor	Asistente
Lorenzo Mendoza Llanos	Mecánico		Sistema de dirección	Asistente
Carlos Alberto Marrero Jara	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Gabriel Quipuseo Vásquez	Mecánico		Sistema de dirección	Asistente
Jhon Rolando Carlos López	Mecánico		Sistema hidráulico	Asistente
Manuel E. Gutiérrez Gonzales	Mecánico		Sistema eléctrico	Asistente
José Denis Pulido Varas	Capacitador			Capacitador

Tal y como se detalla en la tabla 8, para poder llevar a cabo estas capacitaciones, se necesitó la aprobación del jefe de mantenimiento y jefe de planta de la empresa PROMASA, debido a que ellos son los responsables del funcionamiento de las máquinas y de la producción.

**Tabla 8**

*Costo de Capacitación al Personal.*

Nombres y Apellidos	Cargo	Operador	Sueldo	Costo hora hombre	Horas	Sesiones	Costo total de capacitación
Fermín Gonzales	-	-	S/. 3,500.00	S/. 21.88	3	12	S/. 787.50
Dextre							
Eder Paul Muñoz	Mecánico	Sistema de dirección	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Angulo							
Amadeo Dextre	Mecánico	Sistema hidráulico	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Morales							
Elvis Ñuñuvero	Mecánico	Sistema eléctrico	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Murga							
Julio Arellano Padilla	Mecánico	Sistema de motor	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Ángel Tarazona	Mecánico	Sistema de motor	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Ramírez							
Gustavo Hidalgo	Mecánico	Sistema de motor	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Obeso							
Ángel Rabanal Padilla	Mecánico	Sistema de dirección	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
José Luis Paredes	Mecánico	Sistema eléctrico	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Sánchez							
Fernando Paredes	Mecánico	Sistema de motor	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Sánchez							

Nombres y Apellidos	Cargo	Operador	Sueldo	Costo hora hombre	Horas	Sesiones	Costo total de capacitación
Darwin Joel Pulido Vargas	Mecánico	Sistema de motor	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Lorenzo Mendoza Llanos	Mecánico	Sistema de dirección	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Carlos Alberto Marrero Jara	Mecánico	Sistema de motor	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Gabriel Quipuseo Vásquez	Mecánico	Sistema de dirección	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Jhon Rolando Carlos López	Mecánico	Sistema hidráulico	S/. 1,300.00	S/. 8.13	3	12	S/. 292.50
Manuel E. Gutiérrez Gonzales	Mecánico	Sistema eléctrico	S/. 1,300.00	S/. 8.13	3	12	S/. 292.50
José Denis Pulido Varas	Capacitador	Sistema de motor	S/. 1,300.00	S/. 8.13	3	12	S/. 292.50
Costo total							S/. 7,852.50

### 3.3.2.2 Plan de mantenimiento preventivo.

El plan de mantenimiento preventivo fue elaborado tomando en cuenta los lineamientos descritos en el manual del operador de la celda química del sistema DAF, conjuntamente con los especialistas de área de mantenimiento, quienes detallaron los tiempos medios entre las fallas de la maquinaria y de las reparaciones. El Plan de mantenimiento preventivo de la celda química se detalla en la tabla 9, en donde se señala el cronograma de mantenimiento, los responsables, el sistema de mantenimiento y el porcentaje de cumplimiento.

En la tabla 10 se detalla la descripción del plan de mantenimiento preventivo de la celda química, en el cual se señala el tipo de sistema que tiene el equipo, los accesorios, la frecuencia de mantenimiento, la descripción de la operación, los materiales, la duración y el tipo de mantenimiento que se debe ejecutarse.

Ejecutadas las actividades planificadas para brindar soluciones a las paradas inesperadas y/o los tiempos largos de reparación, se evidenció lo siguiente.

- El sistema de motor logró cambios significativos con respecto a la limpieza, cambio y revisión del cigüeñal, monoblock, aceite de motor, entre otros componentes.
- En el sistema hidráulico se halló que el reemplazo de una pieza para prevenir fallas se daba cuando la maquina lo requiriese, en consecuencia, se tuvo mayor cuidado al colocar una frecuencia de mantenimiento menor a la que se encontraba.
- En el sistema eléctrico se sugirió mayor inspección con los elementos de este sistema.
- El sistema de dirección no tuvo gran inconveniente significativo por lo que su frecuencia de mantenimiento fue mayor a las demás, de esta forma se optimizó los equipos para mejorar la disponibilidad y así tener máquinas en buen estado y listos para utilizarse cuando el trabajador así lo requiera.

**Tabla 9**

*Plan de mantenimiento preventivo a la celda química del sistema DAF de la empresa PROMASA.*

Área de mantenimiento				Fecha de ejecución																								Enero del 2021	
				ene-21				feb-21				mar-21				abr-21				may-21				jun-21				Mecánico	%
Máquina	Sistema	Modelo	Serie	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24		Cumplimiento
<b>Celda química del área de producción de la empresa PROMASA</b>	Sistema de dirección			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Fermín Gonzales Dextre	100%	
	Sistema de dirección			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Eder Paul Muñoz Angulo	100%	
	Sistema hidráulico				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Amadeo Dextre Morales	100%	
	Sistema eléctrico				X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	Elvis Ñuñuvero Murga	100%	
	Sistema de motor		V225B 7029D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Julio Arellano Padilla	100%
	Sistema de motor			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Ángel Tarazona Ramírez	100%
	Sistema de motor			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Gustavo Hidalgo Obeso	100%
Sistema de dirección				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Ángel Rabanal Padilla	100%	



Área de mantenimiento				Fecha de ejecución																								Enero del 2021	
Máquina	Sistema	Modelo	Serie	ene-21			feb-21			mar-21			abr-21			may-21			jun-21			Mecánico	% Cumplimiento						
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18			S19	S20	S21	S22	S23	S24
	Sistema eléctrico				X	X			X	X			X	X			X	X			X	X					José Luis Paredes Sánchez	100%	
	Sistema de motor			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Fernando Paredes Sánchez	100%	
	Sistema de motor			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		Darwin Joel Pulido Vargas	100%		
	Sistema de dirección			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		Lorenzo Mendoza Llanos	100%		
	Sistema de motor				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	Carlos Alberto Marrero Jara	100%		
	Sistema de dirección				X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		Gabriel Quipuseo Vásquez	100%		
	Sistema hidráulico			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Jhon Rolando Carlos López	100%	
	Sistema eléctrico			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		Manuel E. Gutiérrez Gonzales	100%		
	Sistema de motor			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		José Denis Pulido Varas	100%		

**Tabla 10**

*Descripción del mantenimiento preventivo de la celda química en la empresa PROMASA.*

Máquina	Sistemas	Frecuencia de mantenimiento	Descripción de la operación	Materiales	Duración	Tipo de mantenimiento
Celda química del área de producción de la empresa PROMASA	Sistema de dirección	250 horas	Cambiar el aceite del motor	Varillas de medición y aceite para motor	0.5 hora	Preventivo
	Sistema de dirección	1000 horas	Limpiar el filtro del motor diésel	Llaves y balón de aceite para motor	1 hora	Preventivo
	Sistema hidráulico	300 horas	Vaciar el radiador	Limpia radiadores refrigerantes	2 hora	Preventivo
	Sistema eléctrico	1000 horas	Revisar el encendido y sincronización del motor	Gasolina, trapos industriales, juego de llaves mixtas	2 hora	Preventivo
	Sistema de motor	1001 horas	Limpiar la culata en general	Juego de llaves mixtas y juego de dados	1.5 hora	Preventivo
	Sistema de motor	1000 horas	Realizar el afinamiento del motor	Destornillador, cepillo metálico, soplete	1 hora	Preventivo
	Sistema de motor	5000 horas	Limpieza general e inspección de daño	Agua destilada	0.5 hora	Preventivo
	Sistema de dirección	500 horas	Revisión de estado de pernos	Compresora de aire	1 hora	Preventivo

Máquina	Sistemas	Frecuencia de mantenimiento	Descripción de la operación	Materiales	Duración	Tipo de mantenimiento
	Sistema eléctrico	500 horas	Ajustes de purga de pistón de levante	Compresora de aire	2 hora	Preventivo
	Sistema de motor	500 horas	Limpiar guías del mástil de elevación	Compresora de aire	2 hora	Preventivo
	Sistema de motor	700 horas	Revisar el nivel de aceite hidráulico	Compresora de aire	1.5 hora	Preventivo
	Sistema de dirección	5000 horas	Limpeza de horquillas	Compresora de aire	1 hora	Preventivo
	Sistema de motor	500 - 1000 horas	Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Compresora de aire	0.5 hora	Preventivo
	Sistema de dirección	500 - 1000 horas	Verificar el funcionamiento de la válvula	Varillas de medición y aceite hidráulico	1 hora	Preventivo
	Sistema hidráulico	500 - 1000 horas	Limpiar el base del tanque reactor	Manguera de aire comprimido	2 hora	Preventivo
	Sistema eléctrico	1000 horas	Revisar la condición y nivel de líquido del tanque reactor	Compresora de aire	2 hora	Preventivo
	Sistema de motor	200 horas	Cambiar el nivel de aceite del tanque de aire	Manguera de aire comprimido	1.5 hora	Preventivo

### 3.3.2.3 Diseño de tanque de saturación del sistema DAF

A partir de los resultados obtenidos en la fase experimental, se fijaron los parámetros de diseño para el tanque de saturación. Con los cálculos efectuados, quedó definido el diseño del tanque de saturación cuyos datos se resumen en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Datos para el diseño del tanque de saturación.*

Parámetro		Material de fabricación
Q (m <sup>3</sup> /min) = 0.32	$h_s (m) = 1.20$	
P (psi) = 40	Tamaño del empaque (mm) =	
TRH <sub>c</sub> (min) = 3.00	25.00	Tanque: acero laminado en caliente
V <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> ) = 0.0969	$h_e (m) = 0.50$	ASTM A568 de 4mm de espesor.
$\phi_s (m) = 0.40$	V <sub>e</sub> (m <sup>3</sup> ) = 0.80	Tuberías: hierro galvanizado.
$h_s (m) = 0.80$	Cantidad de anillos = 3800	
Borde libre (m) = 0.40	D (pulg.) = 3	

*Nota.* Información suministrada por la empresa PROMASA.

Así mismo, en la tabla 12, se detallan las especificaciones del soporte del empaque y los accesorios internos del tanque de saturación.

**Tabla 12**

*Especificaciones del soporte y de los accesorios.*

Parámetros del soporte	Parámetros de los accesorios	Material de fabricación
Diámetro $\phi$ (m) = 0.40	Distribuidor de líquido (pulg.) = 1 1/2	Soporte: tela metálica en acero.
Luz de malla (mm) = 5 – 10	Distribuidor de aire (pulg.) = 1/2	Accesorios: tuberías de hierro galvanizado.

*Nota.* Información suministrada por la empresa PROMASA.

### 3.3.2.4 Determinación de la correcta adición de coagulantes y floculantes

Las cantidades óptimas alcanzadas en el estudio de prueba de jarras a nivel laboratorio, tanto de los coagulantes como del floculante se detalla en la tabla 13, cuyos resultados se tomaron como referencia para realizar el ajuste a nivel de planta.

Se mostró que el tratamiento químico redujo positivamente los niveles de sólidos suspendidos totales (SST), grasas y aceites que se encuentran en los desechos finales, tanto a nivel de laboratorio (prueba de jarras), como a nivel como a nivel planta, de esta manera se pudo cumplir con los límites máximos permisibles con respecto a los efluentes pesqueros.

**Tabla 13** Óptima dosificación de coagulantes y floculante.

Productos químicos	Dosificación	
	Materia prima fresca	Materia prima añeja
Coagulante orgánico polychem BC 521 (l/h)	15	25
Floculante polychem PA (l/h)	40	64

*Nota.* Información suministrada por la empresa PROMASA.

### 3.3.2.5 Mejora de diseño de sistema de flotación por aire disuelto

Tal y como se observa en la figura 10 y 11, se procedió a diseñar el resultado final del sistema de flotación por aire disuelto para reducir los sólidos suspendidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

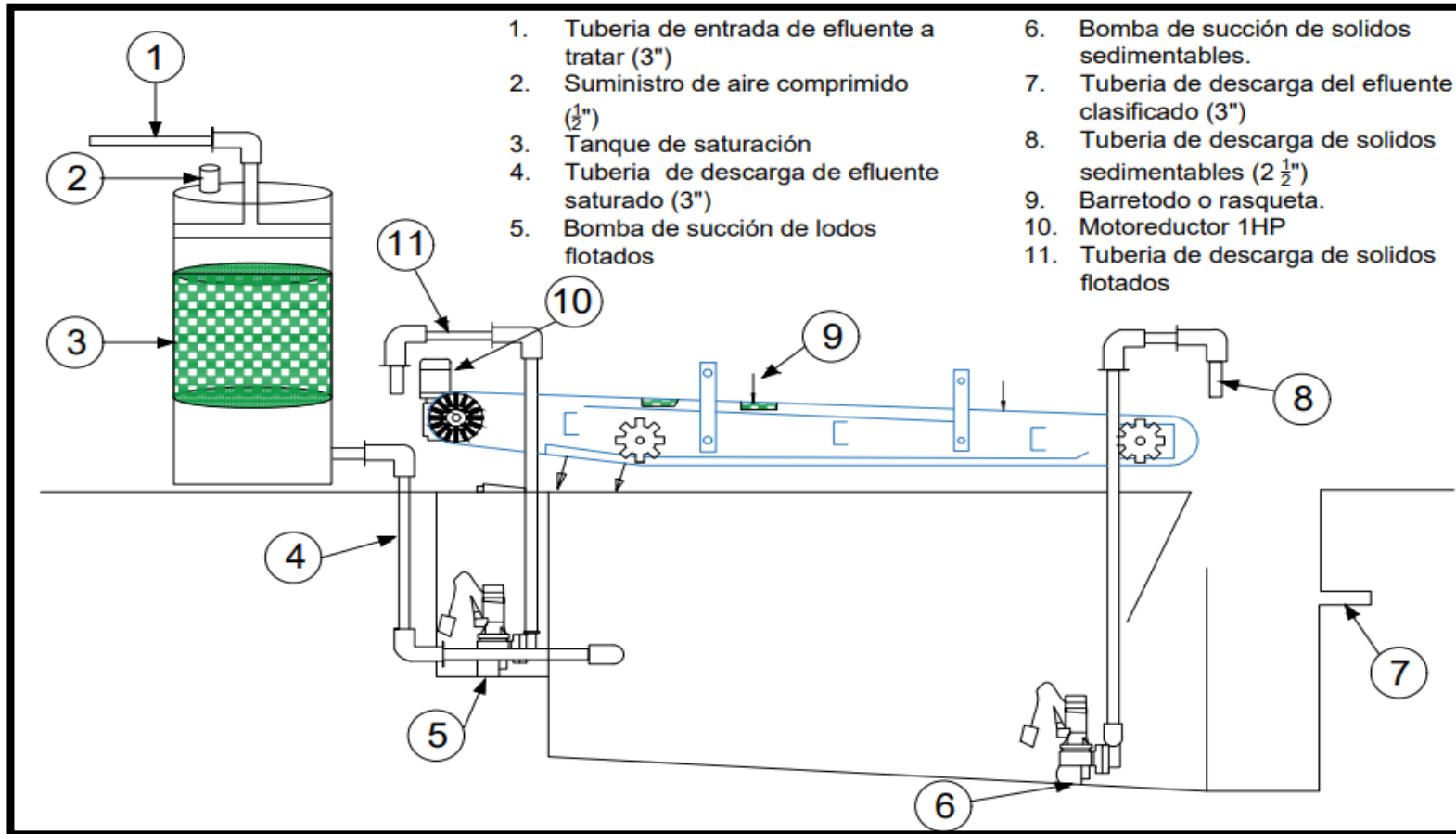
**Ecualización.** El agua de bombeo procedente del sistema DAF será homogenizada en el tanque ecualizador de 557 m<sup>3</sup> de capacidad, en cuyo interior se encuentra un agitador que permite mantener una concentración constante y homogénea de sólidos, y grasas del efluente a tratar.

**Tratamiento fisicoquímico – celda flotación deltafloat.** Esta etapa consistirá en desestabilizar la emulsión de sólidos y grasa que contiene el agua de bombeo, mediante la

dosificación de coagulantes orgánicos e inorgánicos, que a su vez permite la formación de microflocs; estos flocs insipientes son agrupados por medio de un floculante aniónico. Para la recuperación de estos sólidos se hace recircular agua saturada con aire a 5.5 bar, la formación de micro burbujas de aproximadamente 20 micras de tamaño inducen hacia la superficie los sólidos, formado una capa que toma el nombre de lodo. Estos lodos con un alto contenido de humedad aproximadamente 88% son retirados por medio de un cucharón y alimentados directamente aun deshidratador.

**Figura 10**

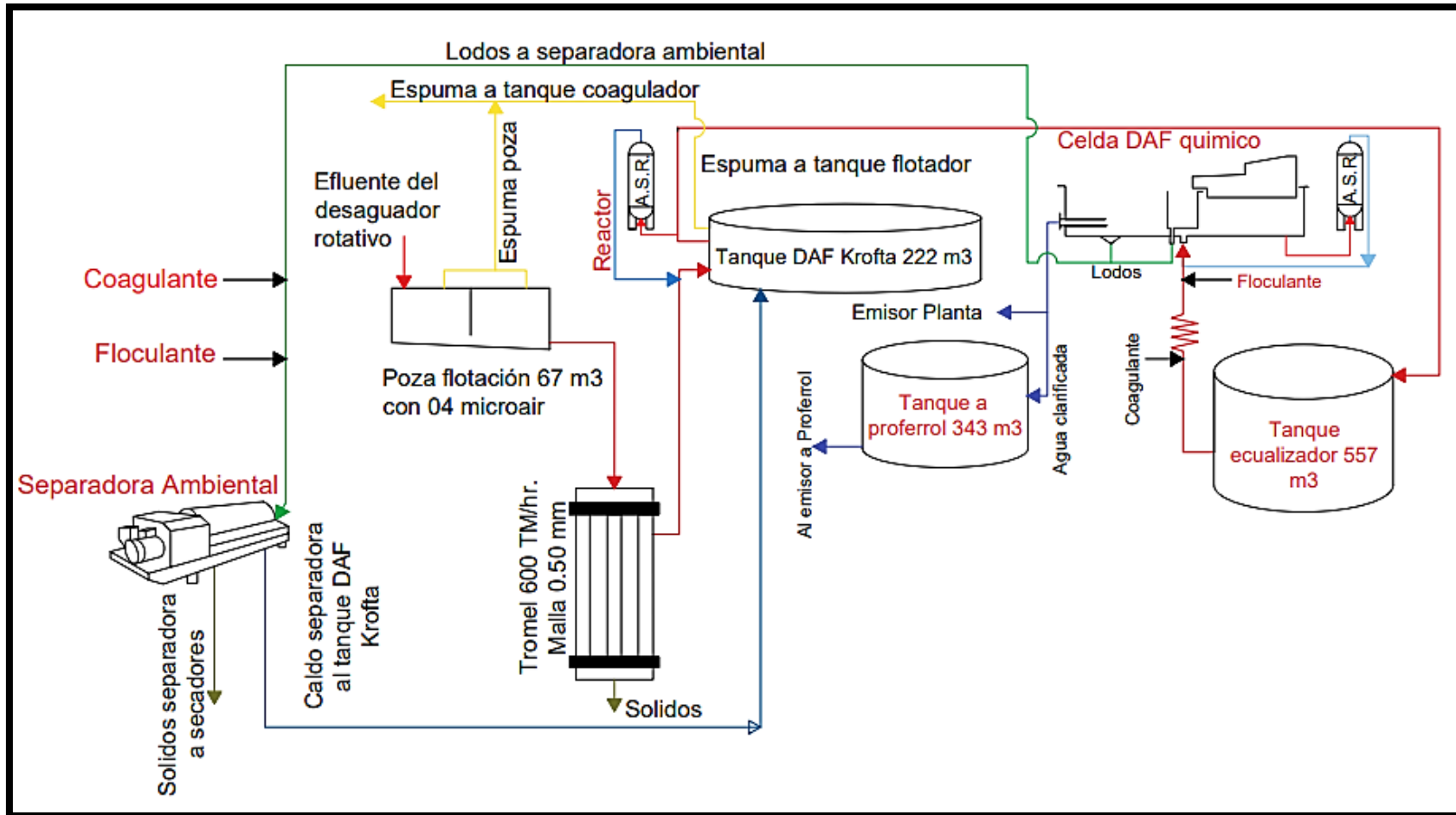
*Diseño final del sistema DAF para la problemática estudiada.*



*Nota.* Información suministrada por la empresa PROMASA.

**Figura 11**

*Diagrama de proceso del tratamiento de efluentes después de la implementación de la mejora continua en el DAF químico.*



*Nota.* Información suministrada por la empresa PROMASA.



### 3.3.3 Etapa de Verificar

#### 3.3.3.1 Situación después de la aplicación de la mejora continua en el sistema

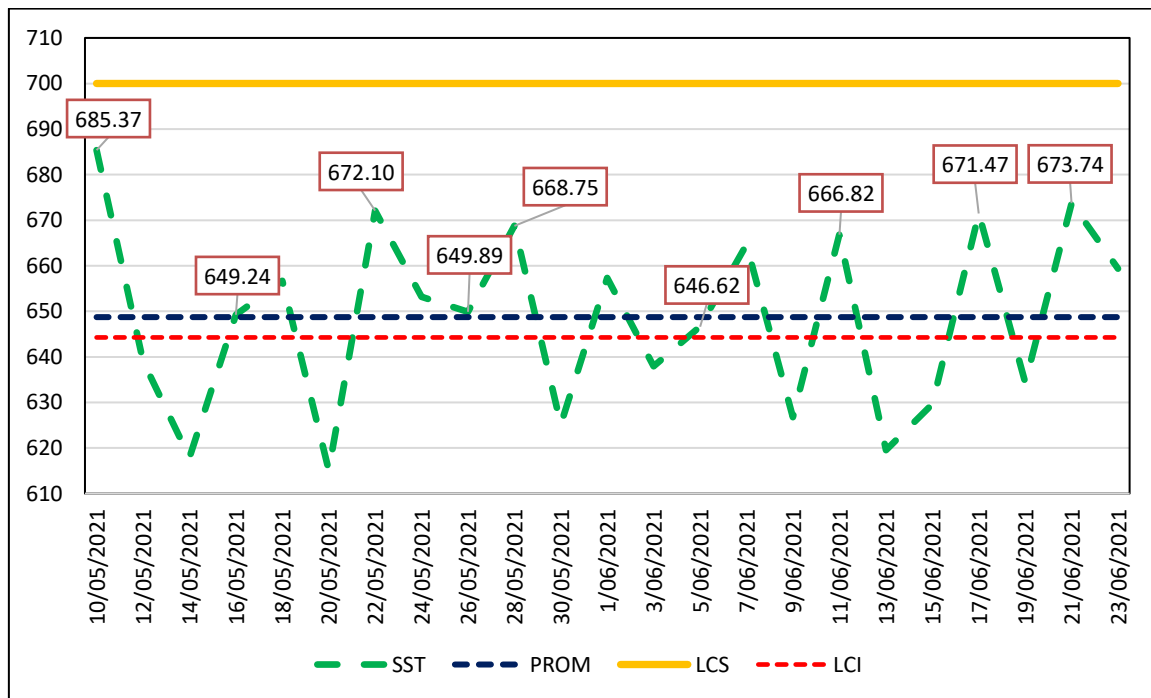
##### DAF

Después de haber implementado la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto dentro de la empresa PROMASA, se procedió a determinar en cuanto disminuyeron los valores de los efluentes tratados para los parámetros de sólidos suspendidos totales, aceites y grasas.

De acuerdo a la figura 12, se verificó una minimización de los niveles de sólidos suspendidos totales en el periodo de mayo a junio del 2021, además se puede corroborar que ninguna medición excede el límite de control superior (LCS= 700 mg/l).

**Figura 12**

*Concentración de sólidos suspendidos totales en el periodo de mayo a junio del 2021.*



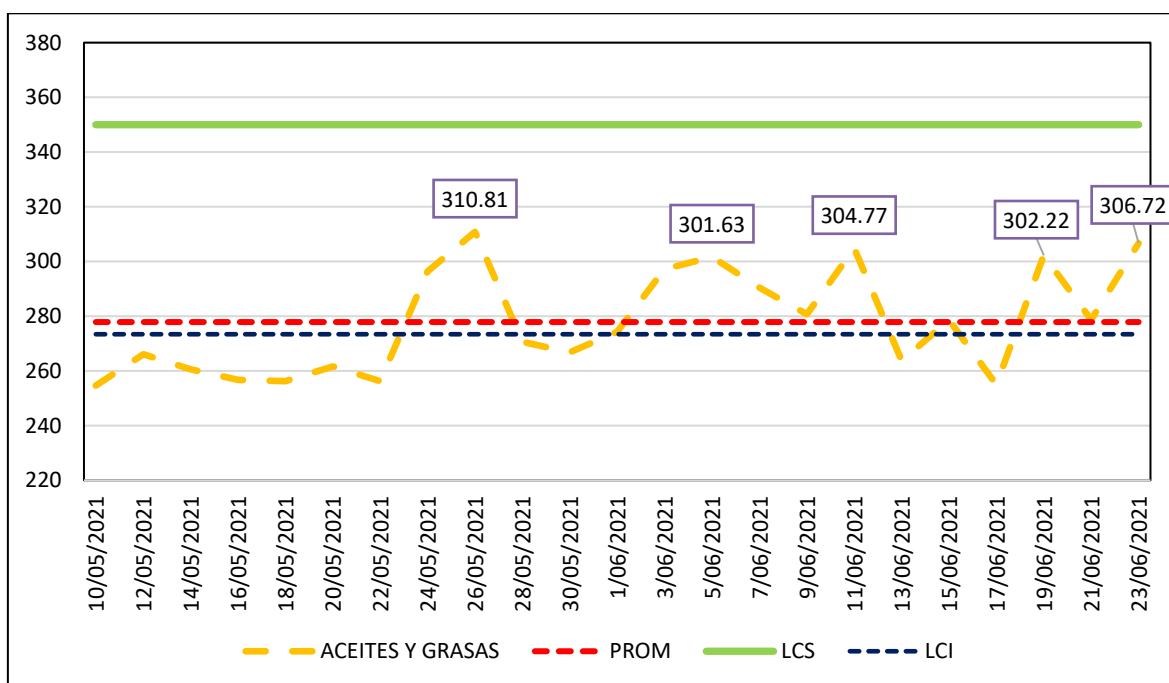
Nota. Tomado de Base de datos de control de lectura de equipos (Anexo 13). SST = Sólidos suspendidos totales, LCS = Límite de control superior (< 700 mg/l) LCI = Límite de

control inferior ( $> 0$ ), PROM = Promedio del nivel de sólidos suspendidos totales ( $< 648.73$  mg/l).

De acuerdo a la figura 13, respecto a los niveles de aceites y grasas en los meses de mayo y junio, se pudo corroborar que este parámetro se encuentra por debajo del límite de control superior (LCS = 350 mg/l).

**Figura 13**

*Concentración de aceites y grasas en el periodo de mayo a junio del 2021.*



*Nota.* Tomado de la Base de datos de control de lectura de equipos (Anexo 14). LCS = Límite de control superior ( $< 350$  mg/l), LCI = Límite de control inferior ( $> 0$ ), PROM = Promedio del nivel de aceites y grasas ( $< 277.86$  mg/l)

Para poder determinar la reducción de los sólidos totales, aceites y grasas en los efluentes, después de la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto dentro de la empresa PROMASA, se aplicó uno del modelo estadístico, que consistió en la elaboración de la prueba *t-student*, el cual contribuyó en la contratación de la hipótesis de esta investigación.

En la tabla 14 se muestra la comparación de los sólidos suspendidos totales antes y después de la aplicación del proceso de mejora continua al sistema DAF de la empresa PROMASA, logrando determinar que, en promedio, hubo una reducción de 41.64 mg/l de sólidos totales.

**Tabla 14**

*Comparación de la concentración inicial y final de los sólidos suspendidos totales*

Fecha	Sólidos suspendidos totales iniciales (mg/l)	Fecha	Sólidos suspendidos totales finales (mg/l)
10/11/2020	702.45	10/05/2021	685.37
12/11/2020	687.73	12/05/2021	639.07
14/11/2020	675.78	14/05/2021	617.93
16/11/2020	718.69	16/05/2021	649.24
18/11/2020	668.75	18/05/2021	656.69
20/11/2020	668.17	20/05/2021	615.15
22/11/2020	704.10	22/05/2021	672.10
24/11/2020	692.99	24/05/2021	653.17
26/11/2020	701.81	26/05/2021	649.89
28/11/2020	704.76	28/05/2021	668.75
30/11/2020	676.47	30/05/2021	625.13
02/12/2020	670.60	01/06/2021	657.36
04/12/2020	693.98	03/06/2021	637.91
06/12/2020	702.33	05/06/2021	646.62
08/12/2020	678.08	07/06/2021	664.63
10/12/2020	673.18	09/06/2021	626.76
12/12/2020	709.82	11/06/2021	666.82
14/12/2020	694.39	13/06/2021	619.51
16/12/2020	675.91	15/06/2021	629.64
18/12/2020	703.60	17/06/2021	671.47

Fecha	Sólidos suspendidos totales iniciales (mg/l)	Fecha	Sólidos suspendidos totales finales (mg/l)
20/12/2020	695.24	19/06/2021	634.39
22/12/2020	713.82	21/06/2021	673.74
24/12/2020	665.82	23/06/2021	659.39
Promedio	690.37	Promedio	648.73

*Nota.* Información suministrada por la empresa PROMASA.

En la tabla 15 se muestra que el valor de t para dos colas es de 0.0003, el cual es menor que 5%, corroborándose así que los valores de reducción de los sólidos totales dentro de la empresa PROMASA es confiable; por otro lado, en la Figura 14 se halla que el valor de t cayó en la zona de rechazo, el cual se concluye que la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto redujo los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

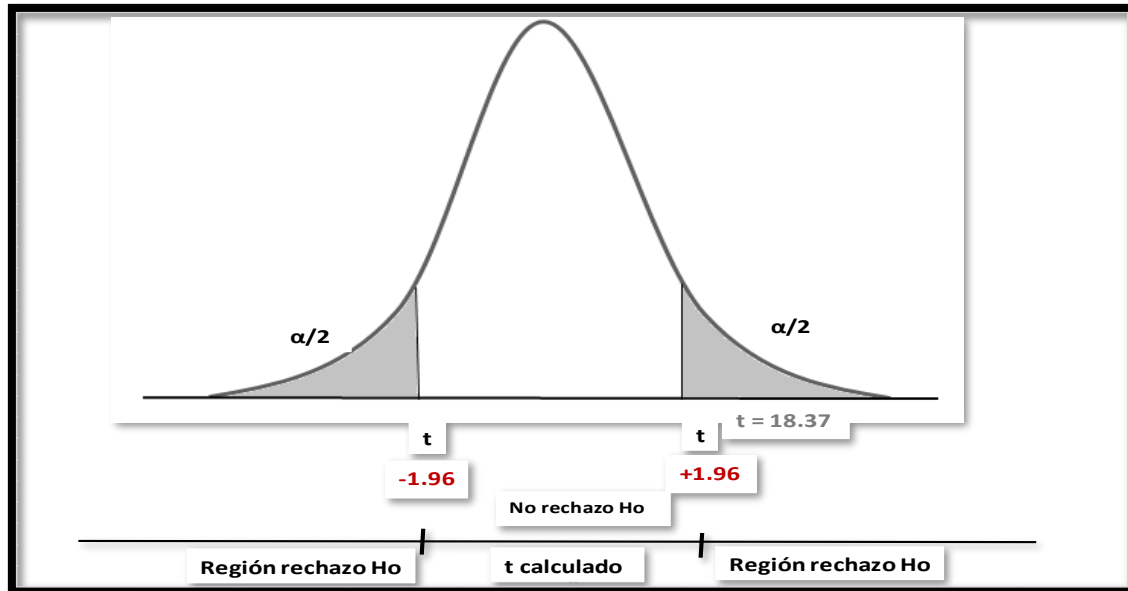
**Tabla 15**

*Análisis estadístico de la reducción de sólidos suspendidos totales*

Estadístico	Sólidos totales iniciales	Sólidos totales finales
Media	690.37	648.73
Varianza	0.00085	0.00006
Observaciones	23.00000	23.00000
Coefficiente de correlación de Pearson	0.67572	
Diferencia hipotética de las medias	0.00000	
Grados de libertad	6.00000	
Estadístico t	-10.98277	
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691	
P(T<=t) dos colas	0.00003	

**Figura 14**

*Análisis estadístico de la reducción de sólidos totales.*



En la tabla 16 se muestra la comparación de la concentración de aceites y grasas en los efluentes generados por la empresa PROMASA, logrando determinar que, en promedio, hubo una reducción de 30.29 mg/l.

**Tabla 16**

*Comparación de la concentración inicial y final de aceites y grasas.*

Fecha	Aceites y grasas iniciales (mg/l)	Fecha	Aceites y grasas finales (mg/l)
10/11/2020	329.28	10/05/2021	254.64
12/11/2020	265.19	12/05/2021	266.12
14/11/2020	354.43	14/05/2021	260.59
16/11/2020	277.56	16/05/2021	256.69
18/11/2020	342.43	18/05/2021	256.22
20/11/2020	353.93	20/05/2021	261.65

Fecha	Aceites y grasas iniciales (mg/l)	Fecha	Aceites y grasas finales (mg/l)
22/11/2020	319.25	22/05/2021	256.26
24/11/2020	281.19	24/05/2021	296.43
26/11/2020	339.34	26/05/2021	310.81
28/11/2020	327.63	28/05/2021	270.68
30/11/2020	355.66	30/05/2021	266.80
02/12/2020	324.25	01/06/2021	274.29
04/12/2020	299.59	03/06/2021	297.19
06/12/2020	242.66	05/06/2021	301.63
08/12/2020	278.41	07/06/2021	290.44
10/12/2020	250.15	09/06/2021	280.71
12/12/2020	273.22	11/06/2021	304.77
14/12/2020	263.93	13/06/2021	263.68
16/12/2020	301.00	15/06/2021	278.61
18/12/2020	323.02	17/06/2021	254.92
20/12/2020	360.09	19/06/2021	302.22
22/12/2020	266.15	21/06/2021	278.77
24/12/2020	359.12	23/06/2021	306.72
Promedio	308.15	Promedio	277.86

*Nota.* Información suministrada por la empresa PROMASA.

En la tabla 17 se muestra que el valor de t para dos colas es de 0.001, el cual es menor que 5%, dando viabilidad a que la reducción de las grasas y aceites dentro de la empresa PROMASA es confiable.

**Tabla 17**

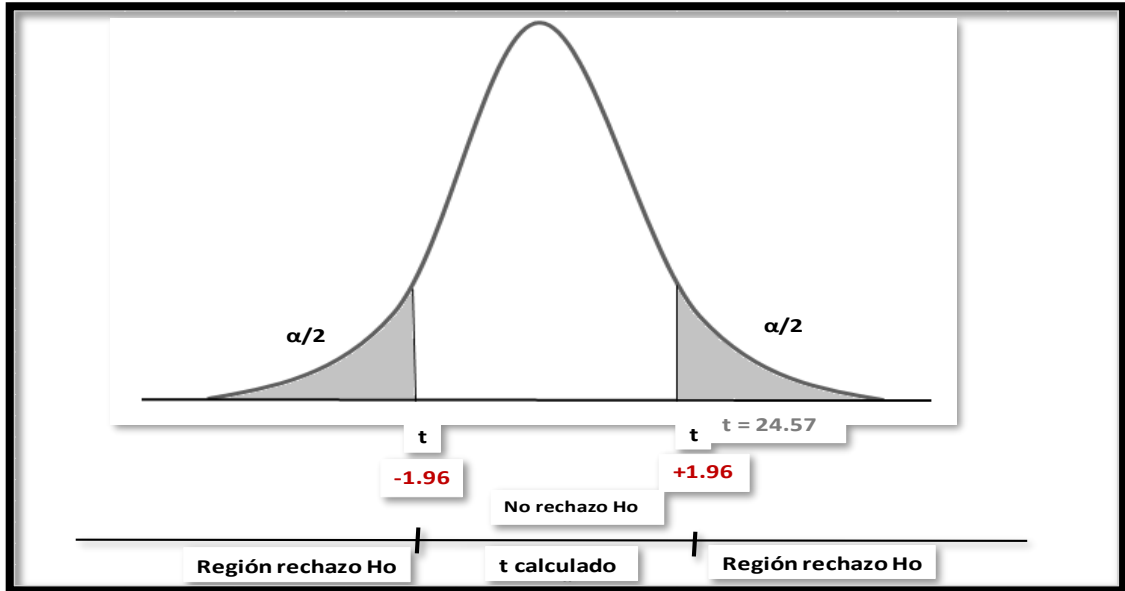
*Análisis estadístico de la reducción de aceites y grasas.*

Estadístico	Sólidos totales iniciales	Sólidos totales finales
Media	308.15	277.86
Varianza	0.00085	0.00006
Observaciones	23.00000	23.00000
Coefficiente de correlación de Pearson	0.67572	
Diferencia hipotética de las medias	0.00000	
Grados de libertad	6.00000	
Estadístico t	-10.98277	
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691	
P(T<=t) dos colas	0.001	

Por otro lado, en la Figura 15 se halló que el valor de t cayó en la zona de rechazo, el cual se concluye que la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto redujo la concentración de aceites y grasas en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

**Figura 15**

*Análisis estadísticamente de la reducción de sólidos totales.*



### 3.3.3.2 Verificación de la aplicación de la mejora continua en el sistema DAF

Para ello, primero se aplicó un *check list* de 39 procedimientos funcionales para la correcta operación de la celda química y otro aplicado a los procedimientos operacionales de distribución de coagulante y floculante. Segundo, se determinó el estado de cumplimiento de cada uno de los *check list* aplicados.

De acuerdo el anexo 15 “*Check List de procedimientos operacionales programados de la celda química*”, la aplicación por 4 días consecutivos, muestra que se implementaron todos los procedimientos programados, llegando un cumplimiento del 100%.

De la misma forma, de acuerdo a la tabla 18, los procedimientos funcionales de la distribución de coagulante y floculante, cuyo análisis fue de 23 días, dio como resultado un cumplimiento del 90.43%, este *check list* conta de 10 operaciones que forman el procedimiento funcional de la distribución de coagulante y floculante.



**Tabla 18**

*Check list de procedimientos operacionales de la distribución de coagulante y floculante.*

N°	Procedimientos operacionales de la dosificación de coagulante y floculante	Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1	Verificar la operatividad de los equipos	23		-
2	Revisar el stock de los productos químicos.	23		-
3	Accionar las bombas de coagulante y floculante.	23		-
4	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra.	21	2	-
5	Regular las bombas dosificadoras.	20	3	-
6	Verificar el caudal de ingreso en m <sup>3</sup> a la celda química.	21	2	-
7	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.	20	3	-
8	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo.	20	3	-
9	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.	18	5	-
10	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.	19	4	-
Total		90.43%	9.57%	

*Nota.* Información suministrada por la empresa PROMASA.

### 3.3.4 *Etapa de Actuar*

En esta etapa se estandarizaron los nuevos cambios (manual, plan, *check list* de operación y dosificación) que fueron clave para lograr la reducción de los contaminantes de los efluentes industriales de la empresa PROMASA.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

La presente investigación demostró cómo la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto puede reducir los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA. Los resultados del análisis estadístico demostraron que la hipótesis propuesta se acepta; es decir, que la empresa logró reducir significativamente los sólidos totales, aceites y grasas en los efluentes a través de la mejora del sistema de flotación por aire disuelto (DAF); estos resultados de reducción se verifican en la tabla 14 y 16, donde la reducción de sólidos suspendidos totales fue de 41.64 mg/l y en los niveles de grasas y aceites fue de 30.29 mg/l, y el valor hallado estadísticamente fue de  $p = 0.00003$  y  $p = 0.001$  respectivamente, siendo los valores hallados menor al error de la investigación que es 0.05, el cual se concluyó que la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto sí redujo los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

El mismo sistema empleó Riera & Graterol (2016) quien, a través de la implementación de la mejora continua sistema de flotación por aire disuelto, logró reducir los sólidos totales en los efluentes generados en una empresa manufacturera, la reducción de sólidos suspendidos totales fue de 50.54 mg/l y en los niveles de grasas y aceites fue de 37.54 mg/l, y el valor hallado estadísticamente fue de  $p = 0.0025$  y  $p = 0.0032$  respectivamente, siendo los valores hallados menor al error de la investigación que es 0.05, el cual se concluyó que la implementación de la mejora continua sistema de flotación por aire disuelto sí redujo los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa manufacturera.

En vista de diagnosticar la situación actual del nivel de materia contaminante de la empresa PROMASA, se determinó mediante el diagrama de Ishikawa y Pareto que las principales causas que afectan al proceso productivo son el mal control de adición de

floculante y coagulante, falta de control de las operaciones, el personal no monitorea en el tiempo indicado, falta de mantenimiento de las máquinas en el proceso y la comunicación ineficiente entre áreas involucradas; todas las causas descritas se resumieron en la falta de un sistema de flotación por aire disuelto, capacitaciones y plan de mantenimiento preventivo dentro de la empresa PROMASA.

Por su parte, los resultados hallados se asemejan en la investigación de Pimiento y Cárdenas (2020) que según al diagnóstico primario, se encontró que la merma en los procesos de producción repercute en el caudal y características del efluente líquido residual, que provocaron aumentos en los tiempos de retención en los tanques de bombeo y en el de igualación, presentando menores cantidades de pH en las aguas residuales, por esos motivos es indispensable adoptar medidas de mejora para modificar las coagulaciones y floculaciones en la PTAR que generarían la reducción de costos de operación y mantenimiento. Lo mismo pasó en la investigación de Mestanza (2019) quien presentó como diagnóstico inicial que existe falta de control en el uso de agua en la etapa de lavado uso de agua residual en el proceso y vertimiento del efluente sin antes ser tratado, también la falta de capacitación al personal en sus procesos productivos, conllevando a un negativo impacto a nivel ambiental de -189.

En vista de determinar los sólidos totales iniciales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, sustentado en las teorías tal como lo indica Aguilar (2014) que el medio ambiente no verá tan afectado o dañado, siempre y cuando los límites permisibles de los efluentes no excedan a los establecido por el Ministerio de la Producción y ANA (Autoridad Nacional del Agua), tomando en cuenta esta teoría, en la Figura 6 y 7 se visualizan que los niveles de sólidos totales exceden el límite de control superior (LCS) que debe ser menor a 700 mg/l, por lo tanto, el proceso está fuera de control; el proceso estuvo muy inestable debido a que hubo falta de mantenimiento en los equipos de la planta de

tratamiento de efluentes y falta de control en las operaciones, además, el personal no monitoreaba en el tiempo adecuado y los equipos presentaban averías y los niveles de aceites y grasas se encuentran por encima del límite de control superior que debe ser menor a 350 mg/l y presenta una tendencia muy inestable, lo cual indica que el proceso está fuera de control.

Estos resultados se asemejan en la investigación de Romero & Rodríguez (2019), quienes determinaron que los niveles de sólidos totales exceden el límite de control superior (LCS) que debe ser menor a 700 mg/l y en los niveles de aceites y grasas se encuentran por encima del límite de control superior que debe ser menor a 350 mg/l dentro de la empresa HAYDUK SA, Malabrigo. También se asemeja en la investigación de Díaz, et al (2018), quienes lograron determinar que los niveles de sólidos totales exceden el límite de control superior (LCS) que debe ser menor a 700 mg/l y en los niveles de aceites y grasas se encuentran por encima del límite de control superior que debe ser menor a 350 mg/l dentro de la empresa manufacturera.

Respecto a conocer la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto, en la etapa planear se estructuró un procedimiento claro a seguir por la empresa, este se basó en un objetivo, el alcance, principios, se indicó las responsabilidades del personal a cargo, así como las actividades en secuencia que conformaban el proceso; resultado de la revisión, se elaboró un check list para monitorear los procesamientos operacionales de la celda química. Estos resultados se asemejan en la investigación de Aguilar (2017) quien para poder dar pase a la implementación del sistema DAF, elaboró un manual de procedimientos, el cual permitió que la empresa conozca cuales son las funciones y responsabilidades que tiene cada colaborador en cada etapa del proceso productivo.

En la etapa hacer, se aplicó el plan de mantenimiento preventivo para los meses de enero a junio del 2021, donde gracias a este plan la empresa pudo evitar paradas intempestivas y generación de sólidos totales dentro del proceso productivo de harina de pescado. También se aplicó capacitaciones en las actividades de mantenimiento preventivo y en el correcto procedimiento operacional de la planta de tratamiento de efluentes y límites máximos permisibles, donde se obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 100 % con la planificación de las charlas de capacitación. Por lo mencionado anteriormente y darle cumplimiento a lo que estipula el MINAM, se implementó un sistema de flotación de aire disuelto para así poder reducir los sólidos suspendidos totales a tal punto de estar dentro del rango de los límites máximos permisibles según resolución directoral.

Estos resultados se asemejan en la investigación de Quoc (2017) quien, para solucionar los problemas existentes dentro de la empresa, implementó un plan de mantenimiento y un sistema de flotación de aire disuelto para así poder reducir los sólidos suspendidos totales a tal punto de estar dentro del rango de los límites máximos permisibles según resolución directoral. Lo mismo pasó en la investigación de Belleggia (2016), quien implementó capacitaciones y un sistema de flotación de aire disuelto para así poder reducir los sólidos suspendidos totales a tal punto de estar dentro del rango de los límites máximos permisibles según resolución directoral.

En la etapa verificar con apoyo del *check list* de procedimientos operacionales de la dosificación de coagulante y floculante se obtuvo un porcentaje de cumplimiento de 82.54% y en la etapa actuar las dosis óptimas obtenidas en el estudio de prueba de jarras a nivel laboratorio, tanto de los coagulantes como del floculante, se tomaron como referencia para realizar el ajuste para ser aplicado a nivel de planta, obteniéndose como dosificación óptima de acuerdo a lo especificado en la Tabla 13. Lo mismo paso en Chambi, et al (2016), quienes después de implementar el sistema DAF lograron verificar un porcentaje de cumplimiento

de 85.43% con respecto a la dosificación de coagulante y floculante. También se asemeja en la investigación de Van, et al (2019), quienes para tener un mejor control de la dosificación de coagulante y floculante emplearon las fichas técnicas de cada insumo para poder estar dentro de los límites máximos permisibles por las autoridades.

Con respecto a la verificación de los resultados obtenidos después de la implementación de la mejora continua del sistema de flotación por aire disuelto, se observó una satisfactoria reducción del nivel de sólidos suspendidos totales, grasas y aceites durante los meses de mayo y junio del 2021, además no se superaron en promedio, lo cual indica que el proceso se encuentra estable. Lo mismo pasó en la investigación de Romero & Rodríguez (2019), quienes después de aplicar el sistema DAF, obtuvieron resultados favorables en cuanto a la reducción del nivel de sólidos suspendidos totales, grasas y aceites, debido a que no superaron el promedio, lo cual indica que el proceso se encuentra estable.

#### **4.2. Conclusiones**

El ciclo de la mejora continua, aplicado al sistema de flotación por aire disuelto (DAF) de la empresa PROMASA, logró reducir exitosamente los niveles de concentración de los contaminantes en los efluentes pesqueros.

Se determinó que los niveles de sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, antes de la implementación del ciclo de mejora continua, excedían el límite de control superior en 700 mg/l y 350 mg/l, respectivamente, debido a una serie de causas que recaían en una incorrecta dosificación de coagulante y floculante, falta de mantenimiento en los equipos del sistema DAF y poca capacitación del personal.

La reducción de la concentración de sólidos suspendidos totales, aceites y grasas de para el periodo de mayo y junio del 2021, logró el cumplimiento de los límites máximos permisibles para efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto, establecido por el D.S N° 010- 2018- MINAM.

La aplicación de los *check list* permitió verificar que el estado de cumplimiento de la correcta operación de la celda química del sistema DAF se implementó en un 100%, mientras que el estado de cumplimiento de los procedimientos operacionales de dosificación de coagulantes, en un 90.43%.



## REFERENCIAS

- Acuña, J. A. (2003). *Ingeniería de confiabilidad* (1<sup>a</sup> ed.). Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Agencia peruana de noticias. (2014, 1 septiembre). *El 35,6% de plantas pesqueras en Perú fabrican conservas*. América economía. <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/el-356-de-plantas-pesqueras-en-peru-fabrican-conservas>
- Álvarez, I. (2006). *Introducción a la calidad. Aproximación a los sistemas de gestión y herramientas de la calidad*. Ideaspropias Editorial.
- Ayuni, D y Matheus, A. (2015). *Sistema de mejora continua en la empresa Arnao S.A.C. bajo la metodología PHVA*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio de la Universidad de San Martín de Porres. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/1160>
- Ballou, R. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. 2.º ed. Grupo Editorial Pearson.
- Bernal, C. (2015). *Metodología de la Investigación* (3ª ed). Pearson Educación.
- Cárdenas, A. (2015). *Collection Instruments data through the statistics of deformation and pointing*. Horizon of Science.
- Caruso, J y Rosso, F. (2000). Factores que afectan la productividad y la calidad en la producción industrial de muebles de madera en Venezuela. (Vol.4). *Revista forestal venezolana*.
- Cisneros, B y Ruíz, W (2017). *Propuesta de un modelo de mejora continua de los procesos en una empresa exportadora de espárragos basado en la ISO 9001:2015*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio de la Universidad

Politécnica

Salesiana.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1903/13/UPS-GT000260.pdf>

Clares, J. (2005). *Calidad práctica*. (1ª ed). Prentice Hill.

Cruelles, J. (2013). *Productividad e incentivos*. (1ª ed). México. Alfaomega.

Deming, W. (1989). *Calidad, productividad y competitividad*. Díaz de Santos.

Equipo Vértice. (2010). *Gestión de la calidad (ISO 9001/2008)*. (1ª ed). Fundación Vértice  
Emprende.

Evans, J y Lindsay, W. (2005). *Administración y control de la Calidad*. Cengage Learning.

Fernández, R. (2012). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana Empresa*. (1ª ed). Editorial Club Universitario.

Flores, E y Mas, A. 2015. *Aplicación de la metodología PHVA para la mejora de la productividad en Área de producción de la empresa KAR & MA S.A.C.* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio de la Universidad de San Martín de Porres. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/1981>

García, A. (2011). *Productividad y reducción de costo para la pequeña y mediana industrias*. (2ª. Ed). Trillas.

García, V., Perea, A., y Orozco, R. (2019). Calidad del ambiente marino y costero en la Región Áncash, 2018. Instituto del mar del Perú, 34(2), 406–431. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/273>

Gestión. (2017, 7 de diciembre). *EY: actividad pesquera registrará un crecimiento de 30.2% al cierre del presente año*. <https://gestion.pe/economia/ey-actividad-pesquera-registrara-crecimiento-30-2-al-cierre-del-presente-ano-222291-noticia/>

Gonzales, A., Oseda, D., Ramírez, F., y Gave, J. (2011). *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?*. (1ª. Ed). Universidad Nacional de Huancavelica.

Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. (3ª. Ed). Mc Graw Hill education.

- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y seis sigmas*. (3ª. Ed). Mc Graw Hill education.
- Haddad, S. (2016). *Mejora de procesos para incrementar la percepción de calidad respecto al servicio que brinda una empresa de limpieza*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4899/Haddad\\_ds.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4899/Haddad_ds.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernandez, R., Fernandez, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill education.
- Instituto nacional de estadística e informática. (2019, 10 mayo). *Perú: principales indicadores macroeconómicos*. <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>.
- Ituser. (2011). *Calidad total: Fuente de ventaja competitiva*. (1ª. Ed). Grupo Editorial Espagrafic.
- Salas, G. (2004). Diseño de un flotador por aire disuelto (DAF) en el tratamiento del agua residual de una textil. *Revista peruana de química e ingeniería química*, 7(1), 36–39. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4665>
- Jiménez, J., Téllez, S., Medina, J., Rodríguez, H., y Cuevas, J. (2014). Materials Supply System Analysis Under Simulation Scenarios in a Lean Manufacturing Environment. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(5), 829–838. [https://doi.org/10.1016/s1665-6423\(14\)70589-9](https://doi.org/10.1016/s1665-6423(14)70589-9)
- Kanawaty, G. (1995). *Introducción al estudio del trabajo*. Oficina Internacional del Trabajo.
- Delgado, N., & Rondón (2012), *Implementación de mejoras en la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa Henkel Venezolana S.A.* [Tesis de licenciatura,

Universidad de Carabobo]. Repositorio de la Universidad de Carabobo.  
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/7379/jrondon.pdf?sequence=3>

Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2015.

López., F. (2003). *La gestión de calidad en Educación*. La Muralla.

Martínez, D., y Huertas, I. (2018). *Propuesta de mejoramiento continuo mediante la metodología kaizen, a la actividad de recepción de reciclaje parte del programa de auto sostenimiento de la fundación desayunitos creando huella*. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio de la Universidad Católica de Colombia. <http://hdl.handle.net/10983/16062>

Martinez, F. (2017). *Design of a maintenance plan for high reliability equipment*. Industrial Technique.

Mata, D., Aller, J., y Good, A. (2016). *Probabilistic analysis of the predictive and corrective maintenance of rotating electric machines in a drawing plant*. Science and Technology.

Miquel, S y Moliner, M. (2008). *Análisis de la relación entre calidad y satisfacción en el entorno hospitalario a partir del modelo de gestión establecido*. [Tesis doctoral, Universidad Jaume de España]. Repositorio de la Universidad Jaume de España. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10357/civera.pdf?sequence=1>

Miranda, F. (2007) *Introducción a la gestión de Calidad*. España: Delta Publicaciones.

Montiel, M. (2015). *Propuesta de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001 para Industrial Pesquera Santa Priscila S.A.* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10061>

Mora, L. (2012). *Gestión Logística Integral*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

- Morales, C. (2016). *Propuesta de mejora en el proceso productivo en la empresa Industrias y Derivados S.A.C. para el incremento de la productividad*. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/831>
- Zuta, J. (2019). *Calidad tecnológica de las máquinas y equipos de tratamiento del agua de bombeo de pescado fase recuperación primaria en las plantas de harina y aceite de pescado de la Región Callao*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio de la Universidad Nacional del Callao. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5142>
- Moyano, J. (2011). *Gestión de la Calidad en Empresas Tecnológicas de TQM a ITIL*. (1ª. Ed). Editorial Starbook.
- Munch, L. (2013). *Calidad y Mejora Continua: Principios para la Competitividad y la Productividad*. (2ª. Ed). Trillas.
- Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. Mc Graw Hill education.
- Ñana, H. (2018). *Metodología PHVA para mejorar la productividad en una empresa maderera*. [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio de la Universidad Peruana los Andes. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1072>
- Oceana. (2019, 30 de abril). *La gestión ambiental pesquera, ¿en qué situación está?*. <https://peru.oceana.org/blog/la-gestion-ambiental-pesquera-en-que-situacion-esta/>
- Páramo, P. (2008). *La investigación de las ciencias sociales*. Universidad piloto de Colombia.
- Patel, M., y Kumar, R. (2015). Productivity Improvement in Milk Industry through PDCA Approach- A Case Study. *International Journal for Research in Technological Studies*, 2(6), 16-21.

- Peña, M (2015). *Los procedimientos de la verificación de datos y comprobación limitada*. (1ª ed). Dykinson.
- Peña, T. (2016). *La complejidad del análisis documental Información, cultura y sociedad*. Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas.
- Pérez, F. (2017). *Dirección de la Actividad Empresarial de Pequeños Negocios o Microempresas*. (1ª. Ed). Editorial CEP S.L.
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad: manual práctico*. (1ª. Ed). Oficina Internacional del Trabajo.
- Quiroz, M. (2019). *Implementación de la metodología PHVA para incrementar la productividad en una empresa de servicios*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10822/Quiroz\\_cm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10822/Quiroz_cm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rodríguez, J. (2004). *Gestión por procesos*. (2ª. Ed). Grupo editorial Isec.
- Rojas, S. (2015). *Propuesta de un sistema de mejora continua, en el proceso de producción de productos de plásticos domésticos aplicando la metodología PHVA*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio de Universidad de San Martín de Porres. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/1048>
- Sánchez, C., Y Jijón, K. (2013). *Estudios de Tiempos y Movimientos para Mejoramiento de los procesos de Producción de la Empresa Calzado Gabriel*. [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/4962>

- Silva, A, Medeiro, C y Kennedy, R. *Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company*. Revista Científica Elsevier. N° 150. ISSN: 0959-6526
- Terrazas, R. (2011). Planificación y programación de operaciones. *Perspectivas*, (28), 7-32. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1994-37332011000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332011000200002&lng=es&tlng=es).
- Janse Van Rensburg, S., Barnard, S., y Krüger, M. (2019). The feasibility of wastewater recycling that includes residue from dissolved air flotation within a drinking water treatment plant: case study of Midvaal Water Company, South Africa. *Water SA*, 45(3). <https://doi.org/10.17159/wsa/2019.v45.i3.6732>
- Trías, M., Gonzales, P., Fajardo, S., y Flores, L. (2009). *LAS 5 W + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos*. Innotec Gestión.
- Vargas, S y Viteri, N. (2018). *Aplicación de la metodología PHVA para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Envases Gráficos S.A.C.* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio de Universidad de San Martín de Porres. [https://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20141\\_3.pdf](https://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20141_3.pdf)
- Walpole, R and Myers, R. *Probability and statistics for engineers*. Pearson (7): 45-61, 2018. ISSN: 0654 – 5432
- Puget, F., Melo, M., & Massarani, G. (2000). Wastewater treatment by flotation. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 17(4–7), 407–414. <https://doi.org/10.1590/s0104-66322000000400005>
- Weiers, R. (2006). *Introducción a la estadística para negocios*. (5° Ed) Cenage Learning.
- Worwell, I. (2017). *Reporting: exploring databases as instruments of analysis*. Acimed.
- Zapata, A. (2015). *Ciclo de la Calidad PHVA*. Universidad Nacional de Colombia.

- Zapata, C. (2009). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos de planta H y L II en la acería Orinoco Alfredo Maneiro*. [ Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”]. Repositorio de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre
- Forero, J, Díaz, J, y Blandón, V. (1999). Diseño de un nuevo sistema de flotación para tratamiento de aguas industriales. *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro*, 1(5), 67-75. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-53831999000100006&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-53831999000100006&lng=en&tlng=es)
- Celis, M., & Coor, A. (2018). *Propuesta de implementación del ciclo Deming para la mejora del proceso de almacenamiento y selección de materia prima de una empresa pesquera*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14766>
- Cerna, E. (2021). *Implementación de un sistema de gestión de calidad en base al sistema HACCP en la pesquera Pelayo S.A.C. – Puerto Supe 2019*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4660>
- Quoc, H. (2017). *VOxFlotation: Future Solution for Water Treatment*. [Tesis de licenciatura, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences]. Repositorio de Helsinki Metropolia University of Applied Sciences.



- Vera, R. (2018). *Propuesta de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2015 para la empresa pesquera Hayduk S.A.* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13330>
- Pimiento, K., & Cárdenas, M. J. (2020). Evaluación del tratamiento preliminar y primario para las aguas residuales del procesamiento industrial de alimentos en La Grita (Venezuela). *INGE CUC*, 17(1). <https://doi.org/10.17981/ingecuc.17.1.2021.01>
- Calderon, E., & García, R. (2020). *Mejora de la productividad del proceso de elaboración de harina de pescado aplicando la metodología Lean Manufacturing* [Universidad tecnológica del Perú]. Repositorio de la Universidad Tecnológica del Perú <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3955>

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Matriz de operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	
Variable Independiente: Mejora continua	Es una herramienta planteada por Walter Shewhart y trabajado por Deming en 1950, se fundamenta en cuatro pasos: planear (Plan), hacer (Do), verificar (Check) y actuar (Act). En términos generales, el PHVA es un ciclo que contribuye a la ejecución de los procesos de forma organizada y a la comprensión de la necesidad de ofrecer altos estándares de	El ciclo Deming consiste en cuatro pasos, en el planear se determinan las políticas, los objetivos y los procesos necesarios para alcanzar los resultados de la organización. En el hacer se impulsa la implementación de los procesos de acuerdo con todo lo planificado. En el verificar se monitorean los procesos, los productos y servicios, se realiza un seguimiento, y en el actuar se toman las	Planear	Diagnóstico inicial de la empresa PROMASA. Diagrama de proceso. Elaboración del manual de operaciones.	Nº de causas principales del problema / Nº total de causas.  Diagrama de proceso.  # de procedimientos programados.	Razón  Nominal  Nominal
			Hacer	Número de horas de mantenimiento preventivo. Capacitación al personal operativo. Check list de procedimientos operacionales de la celda química.	Nº de horas de mantenimiento / Nº de horas programadas. Capacitaciones ejecutadas / capacitaciones programadas.  % del cumplimiento de las operaciones de la celda química.	Razón Razón Razón

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	
	calidad en el producto o servicio permitiendo la ejecución eficaz de las actividades. (Zapata, A, 2015, P.1)	acciones para el mejoramiento continuo del desempeño de los procesos y se establecen nuevos compromisos de cómo mejorar la próxima vez.	Verificar	Reporte de resultados de indicadores después de la mejora.	Mejoras obtenidas / mejoras programadas.	Razón
			Actuar	Planificación de estrategias preventivas		Nominal
Sólidos totales en los efluentes	Los sólidos totales representan una amenaza porque pueden alterar al ecosistema (Espigares & Pérez, 1985, p.2).	Los sólidos totales nos indicaran si los efluentes se están tratando de manera correcta, el cual se medirá a través del nivel de materia contaminante de sólidos suspendidos totales, de aceites y grasas.	Nivel de materia contaminante de sólidos suspendidos totales	$\leq 700$	Aceptable	Intervalo
				$> 700$	Inaceptable	Intervalo
			Nivel de materia contaminante de aceites y grasas	$\leq 350$	Aceptable	Intervalo
				$> 350$	Inaceptable	Intervalo

## Anexo 2.

### Matriz de consistencia.

Enunciado del problema	Objetivo general	Objetivos específicos	Hipótesis	Variables	Metodología
		Objetivos específicos			Tipo de investigación: Cuantitativa Nivel de investigación: Aplicativo Diseño de investigación: Pre experimental Población: Todos los efluentes generados en la producción de harina y aceite de pescado de la planta procesadora pesquera, PROMASA Muestra: Efluentes del sistema DAF en el periodo de noviembre del 2020 a junio del 2012, de la empresa Pesquera PROMASA Técnica: Análisis de datos Instrumento: Formato de registros
¿En qué medida la aplicación de la mejora continua reducirá los sólidos suspendidos totales, aceites y grasas en los efluentes generados por la empresa PROMASA, Chimbote – 2021?	Objetivo general: Implementar el ciclo de la mejora continua al sistema de flotación por aire disuelto para disminuir los niveles de concentración de los contaminantes en los efluentes de la empresa PROMASA, 2021.	Determinar las causas que originan el incumplimiento de los límites de control superior o límites máximos permisibles en los efluentes pesqueros generados por la empresa PROMASA, 2021.  Reducir la concentración de los sólidos suspendidos totales, aceites y grasas de las para cumplir los límites máximos permisibles de los efluentes pesqueros en la empresa PROMASA, 2021.  Verificar los resultados obtenidos después de la aplicación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto en los efluentes generados por la empresa PROMASA, 2021.	La aplicación de la mejora continua reducirá los sólidos totales, aceites y grasas en los efluentes generados por la empresa PROMASA, Chimbote – 2021.	Variable independiente: Mejora continua  Variable dependiente: sólidos suspendidos totales, aceites y grasas.	

### Anexo 3

*Plano de ubicación de la empresa PROMASA.*



## Anexo 4

*Base de datos de control de lectura de la concentración de sólidos suspendidos totales, periodo noviembre a diciembre del 2020*

Fecha	Flujo m/h	Muestra 1 (mg/l)	Muestra 2 (mg/l)	Muestra 3 (mg/l)	SST (mg/l)	PROM (mg/l)	LCS (mg/l)	LCI (mg/l)
10/11/2020	31.94	702.65	703.43	701.26	702.45	690.37	700.00	685.90
12/11/2020	37.73	686.86	688.36	687.96	687.73	690.37	700.00	685.90
14/11/2020	34.64	674.91	676.41	676.01	675.78	690.37	700.00	685.90
16/11/2020	35.14	717.82	719.32	718.92	718.69	690.37	700.00	685.90
18/11/2020	31.51	667.88	669.38	668.98	668.75	690.37	700.00	685.90
20/11/2020	31.64	667.30	668.80	668.40	668.17	690.37	700.00	685.90
22/11/2020	32.49	703.23	704.73	704.33	704.10	690.37	700.00	685.90
24/11/2020	31.37	692.12	693.62	693.22	692.99	690.37	700.00	685.90
26/11/2020	36.39	702.94	701.44	701.04	701.81	690.37	700.00	685.90
28/11/2020	37.46	704.89	705.39	703.99	704.76	690.37	700.00	685.90
30/11/2020	31.19	675.60	677.10	676.70	676.47	690.37	700.00	685.90
02/12/2020	37.23	669.73	671.23	670.83	670.60	690.37	700.00	685.90
04/12/2020	36.82	693.11	694.61	694.21	693.98	690.37	700.00	685.90
06/12/2020	31.43	701.46	702.96	702.56	702.33	690.37	700.00	685.90
08/12/2020	30.18	677.21	678.71	678.31	678.08	690.37	700.00	685.90
10/12/2020	22.31	675.24	677.65	666.66	673.18	690.37	700.00	685.90
12/12/2020	30.98	708.95	710.45	710.05	709.82	690.37	700.00	685.90
14/12/2020	22.31	693.52	695.02	694.62	694.39	690.37	700.00	685.90
16/12/2020	30.98	675.04	676.54	676.14	675.91	690.37	700.00	685.90
18/12/2020	28.23	702.73	704.23	703.83	703.60	690.37	700.00	685.90
20/12/2020	30.56	694.37	695.87	695.47	695.24	690.37	700.00	685.90
22/12/2020	32.29	712.95	714.45	714.05	713.82	690.37	700.00	685.90
24/12/2020	29.62	664.95	666.45	666.05	665.82	690.37	700.00	685.90

*Nota.* Tomado de Base de datos de control de lectura de equipos de PROMASA.

## Anexo 5

### *Base de datos de control de lectura de la concentración de aceites y grasas, periodo*

#### *noviembre a diciembre del 2020*

Fecha	Flujo m/h	Muestra 1 (mg/l)	Muestra 2 (mg/l)	Muestra 3 (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)	PROM (mg/l)	LCS (mg/l)	LCI (mg/l)
10/11/2020	31.94	328.63	330.05	329.30	329.28	308.15	350.00	303.69
12/11/2020	37.73	264.54	265.96	265.21	265.19	308.15	350.00	303.69
14/11/2020	34.64	353.78	355.20	354.45	354.43	308.15	350.00	303.69
16/11/2020	35.14	276.91	278.33	277.58	277.56	308.15	350.00	303.69
18/11/2020	31.51	341.78	343.20	342.45	342.43	308.15	350.00	303.69
20/11/2020	31.64	353.28	354.70	353.95	353.93	308.15	350.00	303.69
22/11/2020	32.49	318.60	320.02	319.27	319.25	308.15	350.00	303.69
24/11/2020	31.37	280.54	281.96	281.21	281.19	308.15	350.00	303.69
26/11/2020	36.39	338.69	340.11	339.36	339.34	308.15	350.00	303.69
28/11/2020	37.46	326.98	328.40	327.65	327.63	308.15	350.00	303.69
30/11/2020	31.19	355.01	356.43	355.68	355.66	308.15	350.00	303.69
02/12/2020	37.23	323.60	325.02	324.27	324.25	308.15	350.00	303.69
04/12/2020	36.82	298.94	300.36	299.61	299.59	308.15	350.00	303.69
06/12/2020	31.43	242.01	243.43	242.68	242.66	308.15	350.00	303.69
08/12/2020	30.18	277.76	279.18	278.43	278.41	308.15	350.00	303.69
10/12/2020	22.31	249.50	250.92	250.17	250.15	308.15	350.00	303.69
12/12/2020	30.98	272.57	273.99	273.24	273.22	308.15	350.00	303.69
14/12/2020	22.31	263.28	264.70	263.95	263.93	308.15	350.00	303.69
16/12/2020	30.98	300.35	301.77	301.02	301.00	308.15	350.00	303.69
18/12/2020	28.23	322.37	323.79	323.04	323.02	308.15	350.00	303.69
20/12/2020	30.56	359.44	360.86	360.11	360.09	308.15	350.00	303.69
22/12/2020	32.29	265.50	266.92	266.17	266.15	308.15	350.00	303.69
24/12/2020	29.62	358.47	359.89	359.14	359.12	308.15	350.00	303.69

*Nota.* Tomado de Base de datos de control de lectura de equipos de PROMASA.

## Anexo 6

*Procedimientos operacionales de la celda química.*



# **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES DE LA CELDA QUÍMICA EN EL TRABAJO DE LA EMPRESA “PROMASA”**



## **1. Objetivos operacionales**

Realizar el tratamiento adecuado de los efluentes reduciendo el % de grasa y sólidos suspendidos totales para la recuperación máxima de sólidos a través de coagulantes y floculantes de esta manera se cumple con los LMP con el agua de retorno al mar.

## **2. Alcance del procedimiento**

Se basa en el tratamiento químico mediante un sistema de coagulación, floculación y flotación, obteniéndose lodos, para su reutilización en la planta de harina.

## **3. Principios que rigen el procedimiento**

**Continuidad:** Los lineamientos adoptados en el presente procedimiento pretenden trascender en el tiempo por medio de la actualización, dotando de certeza y agilidad al momento de la toma de decisiones.

**Excelencia:** Promueve el trabajo en equipo y la actitud innovadora orientados a lograr resultados más allá de lo esperado, contribuyendo al desarrollo personal.

**Respeto:** Permite valorar el esfuerzo de nuestros colaboradores y rechazar cualquier forma de intolerancia.

**Comunicación:** Practicada con un estilo transparente e integrador que facilita la retroalimentación en todos nuestros ámbitos de acción.

**Cumplimiento:** Velar por el cumplimiento de la legislación ambiental, normas y regulación nacional e internacional aplicables. Cumplir con los principios, políticas y normativas internas de la empresa.

## **Abreviaturas y definiciones**

**Celda Química:** Sistema de flotación por aire disuelto DAF (Dissolved Air Flotation), equipado con bombas de recirculación, sistemas de disolución e inyección de aire, con sistema de aireación libre de bloqueo, barredores de lodo y removedores automáticos de sedimentos. Donde se adiciona productos químicos para la formación de los FLOC y la separación de agua clarificada, llegando a los LMP.

**Efluente:** Son los residuos provenientes de la industria que generalmente contienen sustancias orgánicas disueltas incluyendo tóxicos, materiales biodegradables y persistentes, sustancias inorgánicas disueltas incluyendo nutrientes, sustancias orgánicas insolubles y solubles que se producen a lo largo del proceso productivo.

**PAMA:** Programa de Adecuación al Medio Ambiente.

**PRODUCE:** Ministerio de la Producción-

**Coagulante Orgánico:** Poliamina catiónica orgánica de bajo peso molecular para desestabilizar las partículas.

**Floculante Aniónico:** Polímero de alto peso molecular y de densidad de carga media que permite una floculación de las partículas coaguladas. (Formación de floc - lodos).

#### 4. Responsabilidades

**El Superintendente de Planta:** Es responsable de aprobar este documento y supervisar su implementación.

**Jefe de Turno:** Es el responsable de verificar y hacer cumplir el procedimiento.

**Jefe de Mantenimiento:** responsable del mantenimiento y operatividad de los equipos.

**Analistas de gestión ambiental:** son responsables de hacer cumplir y supervisar el desarrollo del presente procedimiento; monitorear y verificar los LMP del efluente después de su tratamiento.

**Operadores de Área PAMA:** son responsables de cumplir con lo establecido en el presente procedimiento.

## 5. Procedimiento operacional antes de encender el equipo

5.1. El operador debe:

- Verificar que no se encuentre personal no autorizado en la zona de trabajo.
- Verificar la seguridad en la zona de trabajo.
- Verificar la operatividad de los equipos, en el caso que hubiera un problema operativo comunicar al jefe de turno o supervisor de mantenimiento para que realice las acciones correctivas de inmediato.
- Revisar el stock de los productos químicos.

## 6. Encendido y puesta en marcha

El operador coordina con el jefe de Turno el inicio de las operaciones.

Antes de empezar a trabajar la celda química, es necesario que el tanque equalizador tenga como mínimo 100 m<sup>3</sup> de efluente.

- **Primer paso:** El operador enciende el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque equalizador.
- **Segundo paso:** El operador enciende la bomba de alimentación para llenar la celda química, al mismo tiempo se accionan las bombas de coagulante y floculante
- **Tercer paso:** Se enciende el compresor, ingreso de agua para la preparación de floculante (0.2 % de concentración), enciende el panel eléctrico y control donde pone en marcha, tornillo helicoidal interior y bomba de recirculación para la inyección de aire, el cual ingresa a la celda, esto permitirá que los floc formados

asciendan a la superficie y realizar la determinación de la dosificación de productos químicos mediante el test de jarras y regular las bombas dosificadoras.

- **Cuarto paso:** El operador enciende las paletas colectoras de sólidos flotados (lodos), que envía los sólidos al tanque colector de lodos, para luego ser enviado al tratamiento de deshidratación.

En la celda también se obtiene la fase líquida que es el efluente denominado agua clarificada que va al emisor submarino.

### **7. Durante la operación del equipo**

- El operador verifica el caudal de ingreso en m<sup>3</sup> a la celda química
- El operador verifica el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.
- El operador verifica a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).
- El operador verifica el llenado del tanque de lodos.
- El operador mide los datos de:
  - Volumen de coagulante (stock inicial y final de jornada de trabajo)
  - Volumen de floculante (stock inicial y final de jornada de trabajo)
- El analista de Gestión Ambiental mide los datos de:
  - Al ingreso de celda química:
    - ✓ Porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.
  - En salida de celda química:
    - ✓ Porcentaje de grasas: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada

## **8. Apagado del equipo**

El operador coordina con jefe de Turno aprox. una hora antes de que acabe la materia prima en poza; para proceder con el apagado de los equipos:

- El operador procede a apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química, inmediatamente se procede a apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.
- El operador procede a apagar las paletas recolectoras de lodos.
- El operador controla el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.

## **9. Procedimiento de limpieza**

El procedimiento de limpieza, durante la producción, en veda se visualiza continuación.

### **9.1. En Producción:**

- Hacer la evacuación del agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque equalizador, con su limpieza respectiva del mismo.
- Evacuar y lavar la celda química con agua a presión, de preferencia con agua de condensado, para quitar todos los sólidos impregnados en las paredes internas de la celda, así como las paletas recolectoras de lodo.
- Limpieza interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento, lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos.
- Limpieza de la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas, cada vez que se termine el tratamiento.

### **En Veda:**

Desmontaje de paletas, para su respectivo lavado con soda caustica, cubrir las bombas dosificadoras para evitar el ingreso de humedad.

- Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.
- Después de la limpieza, se deberá limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden

## Anexo 7

### *Procedimientos de mantenimiento.*

#### **General**

- Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad; mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.

#### **Mantenimiento Diario**

- Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.
- Verificar el buen funcionamiento de los equipos como bombas dosificadoras, compresor de aire, valvular de alivio de presión.
- El sistema debe recibir un recorrido de inspección visual por lo menos cada día cuando este en operación. Una inspección detallada punto por punto cada 30 días.

#### **Mantenimiento semanal**

- Verificar que todos los equipos se encuentren operando adecuadamente y si existe algún fusible quemado, cambiarse inmediatamente.
- Verificar el buen funcionamiento del sistema.
- Limpiar los equipos eléctricos de sistema.

#### **Mantenimiento mensual**

- Verificar la Revisión del aislamiento del motor y estado de los equipos y motores.
- Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.
- Revisar cadenas de transmisión, piñones, paletas, chumaceras y ejes.
- Verificar el funcionamiento del tablero de control.

## Anexo 8

### *Ficha de Identificación de Impactos Ambientales al tratar las Aguas de Bombeo*

El tratamiento químico, para tratar las aguas de bombeo, alcanza el objetivo de proteger el medio ambiente, por consiguiente, su impacto ambiental deberá ser positivo.

Con el objetivo de facilitar el ordenamiento de los impactos positivos y negativos se agrupan como impactos:

- Social
- Económico
- Ambiental.

#### **Impacto positivo**

- Protección de los usuarios de la playa, pescadores y bañistas.
- Disminución de grasa del efluente.

#### **Impacto negativo**

- Los impactos a la fauna marina se reducen por ser un sistema que extrae la grasa y del efluente.
- Impactos socio culturales preocupación sobre la salud humana, de los trabajadores que realicen la extracción de grasa del efluente, disponen de equipos de seguridad.

#### **Otros impactos que pueden producirse**

- Pérdidas de efluente por derrames.
- Contaminación de los desagües, si no se prevé control de niveles.
- Malos olores, si no hay diseño, y operación y mantenimiento adecuado.



## Anexo 9

### *Check List de procedimientos operacionales programados de la celda química.*

N°	Procedimientos operacionales de la celda química	# Días de cumplimiento		Observaciones
		SÍ	NO	
Antes de encender el equipo				
1	Verificar la operatividad de los equipos			
2	Revisar el stock de los productos químicos.			
Encendido y puesta en marcha				
3	Verificar que el tanque equalizador tenga la cantidad mínima de efluentes.			
4	Encender el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque equalizador.			
5	Encender la bomba de alimentación para llenar la celda química.			
6	Accionar las bombas de coagulante y floculante.			
7	Encender el compresor.			
8	Encender el panel eléctrico y control			
9	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra			
10	Regular las bombas dosificadoras.			
11	Encender las paletas colectoras de sólidos flotados.			
Durante la operación del equipo				
12	Verificar el caudal de ingreso en m <sup>3</sup> a la celda química.			
13	Verificar el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.			
14	Verificar a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).			
15	Verificar el llenado del tanque de lodos.			
16	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.			
17	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo			
18	Medir los datos al ingreso de la celda química: porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.			

	Medir los datos a la salida de la celda química: lodos y
19	agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada.
Apagado del equipo	
20	Apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química.
21	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.
22	Apagar las paletas recolectoras de lodos.
23	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.
Procedimiento de limpieza	
24	Evacuar el agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque ecualizador.
25	Evacuar y lavar la celda química con agua a presión
26	Evacuar y lavar las paletas recolectoras de lodo con agua a presión
27	Limpia interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento.
28	Lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos
29	Limpia la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas.
30	Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.
31	Limpia con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden
Mantenimiento	
32	Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad.
33	Mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.
34	Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.

35	Verificar el buen funcionamiento del sistema.
36	Limpiar los equipos eléctricos de sistema.
37	Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.
38	Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.
39	Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.

## Anexo 10

### *Fotografías de las capacitaciones realizadas*



## Anexo 11


### *Procedimientos operacionales de la dosificación de coagulante y floculante.*

N°	Procedimientos operacionales de la dosificación de coagulante y floculante	Cumplimiento		Observaciones
		SÍ	NO	
1	Verificar la operatividad de los equipos			
2	Revisar el stock de los productos químicos.			
3	Accionar las bombas de coagulante y floculante.			
4	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra.			
5	Regular las bombas dosificadoras.			
6	Verificar el caudal de ingreso en m <sup>3</sup> a la celda química.			
7	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.			
8	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo.			
9	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.			
10	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.			

## Anexo 12

### Ficha técnica del coagulante y floculante.

# Hoja Técnica



**GrandInvest**  
grupo andino de inversiones

Calle Camino Real N° 1808  
Local C-3 Parque Industrial  
San Pedro, Lima 33 - Perú  
Tel.: (51-1) 247 3717  
Teléfax: (51-1) 247 4808  
informes@grand-invest.com  
www.grand-invest.com

---

## POLYCHEM BC 5218

El producto **POLYCHEM BC 5218** actúa como coagulante primario y agente neutralizador de carga en los procesos de separación líquido / sólido en una amplia gama de industrias.

### CARACTERÍSTICAS

**POLYCHEM BC 5218** Es una Poliamina catiónica líquida de peso molecular medio, que mejora la calidad de agua de entrada de proceso y efluente reduciendo, color los sólidos suspendidos y la turbidez.  
Se utiliza como coagulante principal en programas donde se utilizan dos polímeros para aumentar las tasas de producción, los sólidos en la torta y la captura de sólidos.

### APLICACIÓN

El coagulante **POLYCHEM BC 5218** debe aplicarse dispersando la corriente de alimentación y promoviendo una alta turbulencia para lograr un mezclado rápido más allá del punto de aplicación. Lograr un máximo de tiempo de residencia antes del proceso de separación da lugar a una mayor eficiencia.

### PROPIEDADES

DENSIDAD ESPECÍFICA (20°C)(g/cm <sup>3</sup> ):	1.200 – 1.300
PUNTO DE CONGELAMIENTO (°C):	- 18
PUNTO DE FUSIÓN (°C):	NA
PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C):	> 93
VISCOSIDAD (20°C) (mPa.s):	200 - 300
pH (20°C)(solución original):	1.5 – 3.5
SOLUBILIDAD (%):	100
OLOR:	Leve
APARIENCIA COLOR:	Ámbar a marrón
ASPECTO FÍSICO:	Líquido viscoso
TASA DE EVAPORACIÓN (ETER = 1):	< 1,00
PRESIÓN DE VAPOR (mmHg):	- 18
DENSIDAD DEL VAPOR (AIRE = 1):	< 1,00

### ENVASADO Y ALMACENAMIENTO


**POLYCHEM BC 5218** se comercializa envasado en bidones de plástico reforzado de 200 kg. y tanques de 1200 kg de capacidad.  
Almacenar en lugares frescos, al amparo de rayos del sol y temperaturas muy frías, evite congelamiento.

### SEGURIDAD, HIGIENE Y MANEJO

Todo producto químico exige precauciones en cuanto a su manejo, almacenamiento y descarte.  
Recomendamos la lectura atenta de la Hoja de Seguridad del Producto y el cumplimiento de las instrucciones contenidas en ella.



# HOJA TÉCNICA



grupo andino de inversiones s.a.c.

Calle Camino Real N° 1800  
Local C-3 Parque Industrial  
San Pedro, Lima 33 - Perú  
Tel: (51-1) 247 3717  
Telfax: (51-1) 247 4966  
informes@grand-invest.com  
www.grand-invest.com

---

POLYCHEM PA 8320

El producto **POLYCHEM PA 8320** está diseñado para ser usado como agente floculante en clarificación disminuyendo la concentración de partículas coloidales que causan turbidez y color

### CARACTERÍSTICAS

**POLYCHEM PA 8320** Es un polímero aniónico en polvo de peso molecular alto y de densidad de carga media. Especialmente desarrollado para que su carga electrostática específica altere el potencial zeta para valores próximos a cero, reduciendo la resistencia a la coagulación, promoviendo una floculación adecuada de partículas coaguladas.

### APLICACIÓN

Aplicable para tratamientos de efluentes, en la industria de papel, textil, alimentos, químicos, aceites, entre otros.  
La dosificación recomendada de **POLYCHEM PA 8320** depende de pruebas de campo específicas bajo distintas condiciones del proceso, además de una evaluación previa de los equipos de clarificación usados.  
La dosis práctica usada esta en el rango de 0,5 a 5,0 ppm.

### PROPIEDADES

DENSIDAD RELATIVA (g/cm <sup>3</sup> ):	0.7 – 0.8
PUNTO DE CONGELAMIENTO (°C):	NA
PUNTO DE FUSIÓN (°C):	NA
PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C):	NA
VISCOSIDAD (25°C) (cps 0,1%):	350 - 450
pH (25°C)(solución al 0,5% en agua):	6.5 – 8.5
SOLUBILIDAD (%):	1.5 (Solución acuosa)
OLOR:	Inoloro
APARIENCIA COLOR:	Blanco
ASPECTO FÍSICO:	Polvo
TASA DE EVAPORACIÓN (ETER = 1):	< 1,00
PRESIÓN DE VAPOR (mmHg):	~ 1
DENSIDAD DEL VAPOR (AIRE = 1):	< 1,00

### ENVASADO Y ALMACENAMIENTO

**POLYCHEM PA 8320** se comercializa envasado en bolsas de polietileno de 25 Kg.  
Almacenar en lugares frescos, al amparo de rayos del sol y temperaturas muy frías, evite congelamiento. El producto puede ser almacenado por 12 meses. Se recomienda mantener la temperatura estable entre 5 y 35°C.

### SEGURIDAD HIGIENE Y MANEJO

Todo producto químico exige precauciones en cuanto a su manejo, almacenamiento y descarte.  
Recomendamos la lectura atenta de la Hoja de Seguridad del Producto y el cumplimiento de las instrucciones contenidas en ella.

### Anexo 13

*Base de datos de control de lectura de la concentración de sólidos suspendidos totales,*

*periodo mayo a junio del 2021*

Fecha	Flujo m/h	Muestra 1 (mg/l)	Muestra 2 (mg/l)	Muestra 3 (mg/l)	SST (mg/l)	PROM (mg/l)	LCS (mg/l)	LCI (mg/l)
10/05/2021	39.84	684.72	685.59	684.77	685.37	648.73	700.00	644.27
12/05/2021	32.67	638.42	639.29	638.47	639.07	648.73	700.00	644.27
14/05/2021	32.89	617.28	618.15	617.33	617.93	648.73	700.00	644.27
16/05/2021	36.37	648.59	649.46	648.64	649.24	648.73	700.00	644.27
18/05/2021	36.64	656.04	656.91	656.09	656.69	648.73	700.00	644.27
20/05/2021	31.51	614.50	615.37	614.55	615.15	648.73	700.00	644.27
22/05/2021	37.41	671.45	672.32	671.50	672.10	648.73	700.00	644.27
24/05/2021	31.37	652.52	653.39	652.57	653.17	648.73	700.00	644.27
26/05/2021	30.84	649.24	650.11	649.29	649.89	648.73	700.00	644.27
28/05/2021	36.45	668.10	668.97	668.15	668.75	648.73	700.00	644.27
30/05/2021	36.39	624.48	625.35	624.53	625.13	648.73	700.00	644.27
01/06/2021	31.05	656.71	657.58	656.76	657.36	648.73	700.00	644.27
03/06/2021	33.61	637.26	638.13	637.31	637.91	648.73	700.00	644.27
05/06/2021	33.07	645.97	646.84	646.02	646.62	648.73	700.00	644.27
07/06/2021	36.64	663.98	664.85	664.03	664.63	648.73	700.00	644.27
09/06/2021	31.51	626.11	626.98	626.16	626.76	648.73	700.00	644.27
11/06/2021	32.49	666.17	667.04	666.22	666.82	648.73	700.00	644.27
13/06/2021	31.37	618.86	619.73	618.91	619.51	648.73	700.00	644.27
15/06/2021	36.39	628.99	629.86	629.04	629.64	648.73	700.00	644.27
17/06/2021	36.71	670.82	671.69	670.87	671.47	648.73	700.00	644.27
19/06/2021	31.05	633.74	634.61	633.79	634.39	648.73	700.00	644.27
21/06/2021	32.89	673.09	673.96	673.14	673.74	648.73	700.00	644.27
23/06/2021	33.61	658.74	659.61	658.79	659.39	648.73	700.00	644.27

*Nota. Tomado de Base de datos de control de lectura de equipos de PROMASA.*



## Anexo 14

*Base de datos de control de lectura de la concentración de aceites y grasas, periodo mayo a junio del 2021.*

Fecha	Flujo m/h	Muestra 1 (mg/l)	Muestra 2 (mg/l)	Muestra 3 (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)	PROM (mg/l)	LCS (mg/l)	LCI (mg/l)
10/05/2021	39.84	253.62	253.88	254.98	254.64	277.86	350.00	273.40
12/05/2021	32.67	265.10	265.36	266.46	266.12	277.86	350.00	273.40
14/05/2021	32.89	259.57	259.83	260.93	260.59	277.86	350.00	273.40
16/05/2021	36.37	255.67	255.93	257.03	256.69	277.86	350.00	273.40
18/05/2021	36.64	255.20	255.46	256.56	256.22	277.86	350.00	273.40
20/05/2021	31.51	260.63	260.89	261.99	261.65	277.86	350.00	273.40
22/05/2021	37.41	255.24	255.50	256.60	256.26	277.86	350.00	273.40
24/05/2021	31.37	295.41	295.67	296.77	296.43	277.86	350.00	273.40
26/05/2021	30.84	309.79	310.05	311.15	310.81	277.86	350.00	273.40
28/05/2021	36.45	269.66	269.92	271.02	270.68	277.86	350.00	273.40
30/05/2021	36.39	265.78	266.04	267.14	266.80	277.86	350.00	273.40
01/06/2021	31.05	273.27	273.53	274.63	274.29	277.86	350.00	273.40
03/06/2021	33.61	296.17	296.43	297.53	297.19	277.86	350.00	273.40
05/06/2021	33.07	300.61	300.87	301.97	301.63	277.86	350.00	273.40
07/06/2021	36.64	289.42	289.68	290.78	290.44	277.86	350.00	273.40
09/06/2021	31.51	279.69	279.95	281.05	280.71	277.86	350.00	273.40
11/06/2021	32.49	303.75	304.01	305.11	304.77	277.86	350.00	273.40
13/06/2021	31.37	262.66	262.92	264.02	263.68	277.86	350.00	273.40
15/06/2021	36.39	277.59	277.85	278.95	278.61	277.86	350.00	273.40
17/06/2021	36.71	253.90	254.16	255.26	254.92	277.86	350.00	273.40
19/06/2021	31.05	301.20	301.46	302.56	302.22	277.86	350.00	273.40
21/06/2021	32.89	277.75	278.01	279.11	278.77	277.86	350.00	273.40
23/06/2021	33.61	305.70	305.96	307.06	306.72	277.86	350.00	273.40

*Nota.* Tomado de Base de datos de control de lectura de equipos de PROMASA.

### Anexo 15

Registros del check list de la celda química.

N°	Procedimientos operacionales de la celda química	# Días de cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
<b>Fecha</b>				05/04/2022
<b>Antes de encender el equipo</b>				
1	Verificar la operatividad de los equipos	x		
2	Revisar el stock de los productos químicos.	v		
<b>Encendido y puesta en marcha</b>				
3	Verificar que el tanque equalizador tenga la cantidad mínima de efluentes.	x		
4	Encender el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque equalizador.	x		
5	Encender la bomba de alimentación para llenar la celda química.	x		
6	Accionar las bombas de coagulante y floculante.	v		
7	Encender el compresor.	v		
8	Encender el panel eléctrico y control	v		
9	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra	x		
10	Regular las bombas dosificadoras.	v		
11	Encender las paletas colectoras de sólidos flotados.	x		
<b>Durante la operación del equipo</b>				
12	Verificar el caudal de ingreso en m3 a la celda química.	x		
13	Verificar el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.	x		
14	Verificar a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).	x		
15	Verificar el llenado del tanque de lodos.	x		
16	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.	x		
17	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo	v		
18	Medir los datos al ingreso de la celda química: porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.	x		
19	Medir los datos a la salida de la celda química: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada.	x		
<b>Apagado del equipo</b>				
20	Apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química.	x		
21	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.	x		
22	Apagar las paletas recolectoras de lodos.	x		
23	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.	x		

Procedimiento de limpieza			
24	Evacuar el agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque equalizador.	X	
25	Evacuar y lavar la celda química con agua a presión	X	
26	Evacuar y lavar las paletas recolectoras de lodo con agua a presión	X	
27	Limpiar interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento.	X	
28	Lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos	X	
29	Limpiar la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas.	X	
30	Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.	X	
31	Limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden	X	
Mantenimiento			
32	Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad.	X	
33	Mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.	X	
34	Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.	X	
35	Verificar el buen funcionamiento del sistema.	X	
36	Limpiar los equipos eléctricos de sistema.	X	
37	Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.	X	
38	Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.	X	
39	Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.	X	
<b>TOTAL</b>		X	



N°	Procedimientos operacionales de la celda química	# Días de cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
64/04/2021				
<b>Fecha</b>				
<b>Antes de encender el equipo</b>				
1	Verificar la operatividad de los equipos	Y		
2	Revisar el stock de los productos químicos.	Y		
<b>Encendido y puesta en marcha</b>				
3	Verificar que el tanque equalizador tenga la cantidad mínima de efluentes.	Y		
4	Encender el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque equalizador.	Y		
5	Encender la bomba de alimentación para llenar la celda química.	X		
6	Accionar las bombas de coagulante y floculante.	Y		
7	Encender el compresor.	Y		
8	Encender el panel eléctrico y control	Y		
9	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra	Y		
10	Regular las bombas dosificadoras.	Y		
11	Encender las paletas colectoras de sólidos flotados.	X		
<b>Durante la operación del equipo</b>				
12	Verificar el caudal de ingreso en m3 a la celda química.	X		
13	Verificar el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.	Y		
14	Verificar a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).	X		
15	Verificar el llenado del tanque de lodos.	Y		
16	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.	X		
17	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo	X		
18	Medir los datos al ingreso de la celda química: porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.	Y		
19	Medir los datos a la salida de la celda química: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada.	Y		
<b>Apagado del equipo</b>				
20	Apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química.	Y		
21	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.	X		
22	Apagar las paletas recolectoras de lodos.	X		
23	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.	Y		

Procedimiento de limpieza		
24	Evacuar el agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque equalizador.	X
25	Evacuar y lavar la celda química con agua a presión	X
26	Evacuar y lavar las paletas recolectoras de lodo con agua a presión	X
27	Limpiar interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento.	X
28	Lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos	X
29	Limpiar la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas.	X
30	Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.	X
31	Limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden	X
Mantenimiento		
32	Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad.	X
33	Mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.	X
34	Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.	X
35	Verificar el buen funcionamiento del sistema.	X
36	Limpiar los equipos eléctricos de sistema.	X
37	Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.	X
38	Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.	X
39	Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.	X
<b>TOTAL</b>		X

N°	Procedimientos operacionales de la celda química	# Días de cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
07/08/2021				
<b>Fecha</b>				
<b>Antes de encender el equipo</b>				
1	Verificar la operatividad de los equipos	X		
2	Revisar el stock de los productos químicos.	X		
<b>Encendido y puesta en marcha</b>				
3	Verificar que el tanque equalizador tenga la cantidad mínima de efluentes.	X		
4	Encender el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque equalizador.	X		
5	Encender la bomba de alimentación para llenar la celda química.	X		
6	Accionar las bombas de coagulante y floculante.	X		
7	Encender el compresor.	X		
8	Encender el panel eléctrico y control	X		
9	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra	X		
10	Regular las bombas dosificadoras.	X		
11	Encender las paletas colectoras de sólidos flotados.	X		
<b>Durante la operación del equipo</b>				
12	Verificar el caudal de ingreso en m3 a la celda química.	X		
13	Verificar el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.	X		
14	Verificar a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).	X		
15	Verificar el llenado del tanque de lodos.	X		
16	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.	X		
17	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo	X		
18	Medir los datos al ingreso de la celda química: porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.	X		
19	Medir los datos a la salida de la celda química: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada.	X		
<b>Apagado del equipo</b>				
20	Apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química.	X		
21	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.	X		
22	Apagar las paletas recolectoras de lodos.	X		
23	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.	X		



Procedimiento de limpieza			
24	Evacuar el agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque ecualizador.	X	
25	Evacuar y lavar la celda química con agua a presión	Y	
26	Evacuar y lavar las paletas recolectoras de lodo con agua a presión	Y	
27	Limpiar interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento.	X	
28	Lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos	X	
29	Limpiar la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas.	Y	
30	Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.	X	
31	Limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden	Y	
Mantenimiento			
32	Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad.	Y	
33	Mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.	X	
34	Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.	Y	
35	Verificar el buen funcionamiento del sistema.	Y	
36	Limpiar los equipos eléctricos de sistema.	X	
37	Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.	X	
38	Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.	X	
39	Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.	Y	
<b>TOTAL</b>		X	

N°	Procedimientos operacionales de la celda química	# Días de cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
				08/04/2021
<b>Fecha</b>				
<b>Antes de encender el equipo</b>				
1	Verificar la operatividad de los equipos	X		
2	Revisar el stock de los productos químicos.	X		
<b>Encendido y puesta en marcha</b>				
3	Verificar que el tanque ecualizador tenga la cantidad mínima de efluentes.	X		
4	Encender el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque ecualizador.	X		
5	Encender la bomba de alimentación para llenar la celda química.	X		
6	Accionar las bombas de coagulante y floculante.	X		
7	Encender el compresor.	X		
8	Encender el panel eléctrico y control	X		
9	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra	X		
10	Regular las bombas dosificadoras.	X		
11	Encender las paletas colectoras de sólidos flotados.	X		
<b>Durante la operación del equipo</b>				
12	Verificar el caudal de ingreso en m3 a la celda química.	X		
13	Verificar el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.	X		
14	Verificar a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).	X		
15	Verificar el llenado del tanque de lodos.	X		
16	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.	X		
17	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo	X		
18	Medir los datos al ingreso de la celda química: porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.	X		
19	Medir los datos a la salida de la celda química: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada.	X		
<b>Apagado del equipo</b>				
20	Apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química.	X		
21	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.	X		
22	Apagar las paletas recolectoras de lodos.	X		
23	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.	X		



Procedimiento de limpieza			
24	Evacuar el agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque equalizador.	X	
25	Evacuar y lavar la celda química con agua a presión	X	
26	Evacuar y lavar las paletas recolectoras de lodo con agua a presión	X	
27	Limpiar interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento.	X	
28	Lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos	X	
29	Limpiar la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas.	X	
30	Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.	X	
31	Limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden	X	
Mantenimiento			
32	Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad.	X	
33	Mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.	X	
34	Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.	X	
35	Verificar el buen funcionamiento del sistema.	X	
36	Limpiar los equipos eléctricos de sistema.	X	
37	Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.	X	
38	Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.	X	
39	Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.	X	
<b>TOTAL</b>		X	

## Anexo 16

Fotografías del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa PROMASA.














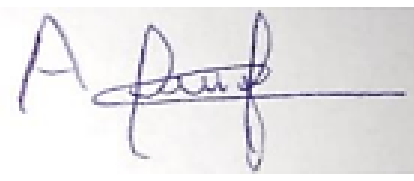




**Filtro rotativo**

**Anexo 20**

*Carta de autorización brindada por la empresa.*

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
<p>Yo Jhonatan Ulises Pereda Carhuajulca, identificado con DNI 46704008 en mi calidad de Supervisor de Calidad del área de calidad y operaciones de la empresa PROCESADORA DE PRODUCTOS MARINOS SA, con R.U.C N° 20447466547, ubicada en la ciudad de Chimbote.</p> <p><b>OTORGO LA AUTORIZACIÓN,</b></p> <p>A la bachiller Alexandra Karina Cruz Córdova identificado con DNI N° 76204310, egresado de la Carrera profesional de Ingeniería Ambiental para que utilice la siguiente información de la empresa: procedimiento de dosificación de coagulante y floculante, procedimiento del diagrama de operaciones de proceso de la elaboración de harina de pescado, plan de mantenimiento preventivo de la celda química, programa de capacitaciones al personal operativo y toda la información que se pertinente para el proyecto de investigación titulado "IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA EN EL SISTEMA DE FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO PARA REDUCIR CONTAMINANTES EN LOS EFLUENTES DE LA EMPRESA PROMASA, CHIMBOTE – 2021" quien toda información será brindada con fines académicos, con la finalidad de que pueda desarrollar su Trabajo de investigación para optar el grado de Título Profesional</p> <p>Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.</p> <p><input type="checkbox"/> Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Mencionar el nombre de la empresa.</p>			
 <p><b>Firma y sello del Representante del área</b> DNI: 46704008</p>			
<p>El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.</p>			
 <p><b>Firma del Egresado</b> DNI: 76204310</p>			
CÓDIGO DE DOCUMENTO	CDR-F-REC-WAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	07
FECHA DE VIGENCIA	21/09/2020	PÁGINA	Página 1 de 1

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA**


Yo Jhonatan Ulises Pereda Carhuajulca, identificado con DNI 46704008 en mi calidad de Supervisor de Calidad del área de calidad y operaciones de la empresa PROCESADORA DE PRODUCTOS MARINOS SA, con R.U.C N° 20447466547, ubicada en la ciudad de Chimbote.


**OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**


A la bachiller Yadira Lissete Leon Erazo identificado con DNI N° 76367259, egresado de la Carrera profesional de Ingeniería Ambiental para que utilice la siguiente información de la empresa: procedimiento de dosificación de coagulante y floculante, procedimiento del diagrama de operaciones de proceso de la elaboración de harina de pescado, plan de mantenimiento preventivo de la celda química, programa de capacitaciones al personal operativo y toda la información que se pertinente para el proyecto de investigación titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA EN EL SISTEMA DE FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO PARA REDUCIR CONTAMINANTES EN LOS EFLUENTES DE LA EMPRESA PROMASA, CHIMBOTE – 2021” quien toda información será brindada con fines académicos, con la finalidad de que pueda desarrollar su Trabajo de investigación para optar el grado de Título Profesional

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una “X” la opción seleccionada.

( ) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

(X) Mencionar el nombre de la empresa.




**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
 Ing. Jhonatan Ulises Pereda Carhuajulca  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CEP. N° 209100

Firma y sello del Representante del área

DNI: 46704008

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Egresado

DNI: 76367259

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05-04	NÚMERO VERSIÓN	07	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	21/09/2020				