



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

**“BENEFICIOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS GENERADOS POR EL
TRATAMIENTO FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA DE BOMBEO EN LA
FÁBRICA DE TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS S.A. CHIMBOTE 2015.”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MESTRO EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL**

AUTOR: Br. SANY ARTEAGA IBARRA

ASESOR: Msc. VÍCTOR MANUEL PAREDES MÉNDEZ

CHIMBOTE-PERÚ

2021



CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO

YO, Msc. Victor Manuel Paredes Méndez, doy conformidad mi asesoramiento de la tesis de Maestría titulada, "BENEFICIOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS GENERADOS POR EL TRATAMIENTO FISICOQUÍMICO DEL AGUA DE BOMBEO EN LA FÁBRICA DE TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS S.A. CHIMBOTE 2015.", Que tiene como autora a la Bachiller Bach. ARTEAGA IBARRA SANY, para obtener el Grado Académico de Maestro en Gestión Ambiental en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, 2021

Msc. Victor Manuel Paredes Méndez

Asesor

CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

“BENEFICIOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS GENERADOS POR EL TRATAMIENTO
FISICOQUÍMICO DEL AGUA DE BOMBEO EN LA FÁBRICA DE TECNOLÓGICA
DE ALIMENTOS S.A. CHIMBOTE 2015.”


TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador



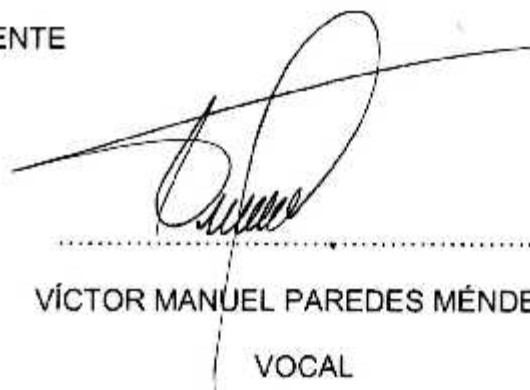
AUGUSTO CASTILLO CALDERÓN

PRESIDENTE



CARLOS ALBERTO AZAÑERO DÍAZ

SECRETARIO



VÍCTOR MANUEL PAREDES MÉNDEZ

VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres, Arquímedes y Anasta por su apoyo, comprensión, amor y ayuda incondicional para lograr mi superación profesional.

A mi amado hijo Mathías por ser fuente de motivación e inspiración para superarme cada día más y así poder lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A los Docentes

Al Msc. Ing. Víctor Manuel Paredes Méndez, asesor de la tesis por su tiempo y su apoyo incondicional en la ejecución de la misma. A los docentes por la trasmisión de sus conocimientos y experiencias, a través de los cursos dictados en ésta mención.

A mis Compañeros de mi Centro de Labores

Ing. Eduardo Marengo por darme las facilidades para realizar mis estudios, al Ing. César Peralta y Ing. Gary Moya por la información compartida y motivarme para superarme profesionalmente.

A mis Compañeros

Amigos de la Maestría con los cuales compartí experiencias muy significativas durante el desarrollo de la mención para su culminación satisfactoria y finalmente a una persona muy especial quien motivó mi superación constante.

Al Jurado Evaluador

Dr. Augusto Castillo Calderón en su calidad de presidente, al Dr. Carlos Alberto Azañero Díaz en su calidad de secretario, al Msc. Víctor Manuel Paredes Méndez como vocal, por su valiosa participación y ser el soporte técnico para la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1 Planteamiento y fundamentación del problema de investigación.....	15
1.2 Antecedentes de la investigación.....	16
1.3 Formulación del problema	20
1.4 Delimitación del estudio	21
1.5 Justificación e importancia de la investigación.....	21
1.6 Objetivos de la investigación	21
CAPÍTULO II	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1 Fundamentación teórica de la investigación	22
2.2 Marco conceptual	37
CAPÍTULO III	45
MARCO METODOLÓGICO	45
3.1 Hipótesis central de la investigación	45
3.2 Variables e indicadores de la investigación	45
3.3 Métodos de la investigación	47
3.4 Diseño o esquema de la investigación	47
3.5 Población y muestra	48
3.6 Actividades del proceso de la investigación.....	48
3.7 Técnicas e instrumentos de la investigación.....	48
3.8 Procedimientos para la recolección y análisis de datos.....	49
3.9 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	49

CAPÍTULO IV.....	51
4.1 RESULTADOS	51
4.2 DISCUSIÓN	61
CAPÍTULO V	66
5.1 CONCLUSIONES	66
5.2 RECOMENDACIÓN	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	73

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°1: Operacionalización de variables.....	47
Cuadro N°2: Lista de chequeo para identificación de impactos ambientales causados por vertimiento de agua de bombeo al mar.....	51
Cuadro N°3: Matriz de impactos ambientales con sistema convencional.	53
Cuadro N°4: Matriz de impactos ambientales con tecnología limpia. (Tecnológica de Alimentos.S.A.....	55
Cuadro N°5: Datos de producción de harina de pescado y harina recuperada por el tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo 2015 con tecnología limpia.	57
Cuadro N°6: Datos de producción de harina de pescado y harina recuperada por el tratamiento fisicoquímico de agua de bombeo 2015 con sistema convencional.	58
Cuadro N°7: Resultados internos de agua de bombeo período 2015.....	59
Cuadro N°8: Resultados externos agua de Bombeo año 2015 (CERPER S.A.)	79
Cuadro N°9: Beneficios económicos del tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo con el sistema tecnología limpia.....	61
Cuadro N°10: Beneficios económicos del tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo con el Sistema convencional.....	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Localización de planta Tecnológica de Alimentos. S.A.....	20
Gráfico N° 2. Plano de ubicación de planta.....	20
Gráfico N° 3. Desaguadores rotativos (trommels).....	26
Gráfico N° 4. Trampas de grasa marca FABTECH de 235 m ³	27
Gráfico N° 5. Celda de flotación DAF, (Dilution Air Flotation)	28
Gráfico N° 6. Tanques ecualizador de 1200 m ³	29
Gráfico N° 7. Tanque clarificador, marca ST MACHINE - 200 m ³	30
Gráfico N° 8. Separadoras ambientales, marca FLOTTWEG 80 m ³ y 30 m ³	31
Gráfico N° 9. Tricanters, de 40 m ³ /hr (02) y 12 m ³ /hr (01)	32
Gráfico N° 10. Diagrama de flujo del sistema de tratamiento del efluente agua de bombeo. Tecnológica de Alimentos. S.A. CHIMBOTE.....	34
Gráfico N°11.Contenido de aceites - grasas y sólidos totales en suspensión del agua de Bombeo a la salida del tratamiento; en el año 2015. Resultados internos, laboratorio planta Chimbote.....	59
Gráfico N°12.Contenido de sólidos totales en suspensión. Agua de Bombeo salida del tratamiento en el 2015. Certificaciones del Perú S.A. (CERPER).....	60
Gráfico N°13.Contenido de aceites y grasas. Agua de Bombeo salida del tratamiento en el 2015. Certificaciones del Perú S.A (CERPER).....	60

LISTADO DE ANEXOS

Anexo N°1: Valoración cualitativa de la Importancia de los Impactos.....	73
Anexo N°2: Composición química de la anchoveta (Engraulis ringens)	74
Anexo N°3: Características fisicoquímica del agua de bombeo.....	74
Anexo N°4: Balance de materia prima del 2015	75
Anexo N°5: Balance de recuperación de sólidos y grasas en el agua de bombeo 2015.....	76
Anexo N°6: Resultados de laboratorio interno Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote 2015.....	77
Anexo N°7: Resultados externos: agua de bombeo año 2015.....	78
Anexo N°8: Métodos de análisis del laboratorio -Determinación de sólidos totales suspendidos	79
Anexo N°9: Métodos de análisis del laboratorio -Determinación de aceites y grasas.....	81
Anexo N°10: Resultado de agua de bombeo de ingreso y salida.....	82
Anexo N°11: Base de cálculos.....	83
Anexo N°12: Límite permisibles para los efluentes líquidos a verter por la industria de harina y aceite de pescado D.S N°010-2008-PRODUCE.....	84
Anexo N°13: Límite permisibles para los efluentes líquidos a verter por la industria de harina y aceite de pescado D.S N°010-2018-MINAN.....	85
Anexo N°14: Parámetros de calidad del tratamiento fisicoquímico del Agua de Bombeo.....	85
Anexo N°15: Diagrama de flujo de harina y aceite de Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote.....	86

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluaron los beneficios ambientales y económicos generados en el tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo; de la fábrica Tecnológica de Alimentos. S.A. Chimbote en el año 2015. La composición promedio fue de, agua: 94.646 %, aceites y grasas: 1.046 %. sólidos totales: 4.308 %. Las características fisicoquímicas promedio fueron: SST: 260.10 mg/L. Aceites y Grasas: 12.10 mg/L. DBO₅ (20°C): 2765.5 mg/L y pH: 5.6 a una T°: 23.5 °C. El vertimiento de esta agua residual al mar como efluente alcanzó (-97) impactos ambientales negativos: (-31) de importancia moderada y (-66) irrelevantes. La calidad del agua, la flora y fauna fueron los más impactados, aunque con calificaciones "poco significativas". En el año 2015 se generaron 376,800.187 toneladas de agua de bombeo con un contenido promedio de %SST: 4.7155. %Grasa: 0.9748 que se procesaron en su totalidad, representando un rendimiento mejorado de 23.92% y una eficiencia en la recuperación de 94% y 98% respectivamente para un factor de reducción de 4.18 pescado/harina. Por cada tonelada de materia prima descargada en poza, se estaría arrojando al mar 26.392 kg de sólidos orgánicos y 23.163 kg de grasa; con la recuperación de los sólidos y grasas se obtuvieron en el año 2015 beneficios económicos del orden de \$ 2'107,386 por harina y \$ 1623.978 por aceite producido; equivalentes a 2634.233 tm y 1309.66 tm respectivamente.

PALABRAS CLAVE: Tratamiento fisicoquímico, agua de bombeo, beneficios ambientales y económicos.

ABSTRACT

In the present work the environmental and economic impacts generated by the Physicochemical Treatment of the pumping water of the Food Technology factory, Chimbote in 2015 were evaluated. The average composition was, water: 94.646%, oils and fats: 1.046 %. Total solids: 4.308%. The average physical chemical characteristics were SST: 260.10 mg / L. Oils and Fats: 12.10 mg / L. BOD (20°C): 2765.50 mg / L and pH: 5.6 at a T°: 23.5 °C. The discharge of pumping water into the sea as effluent reached (-97) environmental impacts, (-31) of moderate importance and (-66) irrelevant. The quality of the water, the flora and fauna were the most impacted, although with "insignificant" qualifications. In 2015, 376,800,187 tons of pumping water were generated with an average content of% SST: 4.7155. % Fat: 0.9748 that were processed in their entirety, representing an improved yield of 23.92% and an efficiency in recovery of 94% and 98% respectively for a reduction factor of 4.18 fish / meal. For each ton of raw material discharged into the pond, 26,392 kg of organic solids and 23,163 kg of fat would be thrown into the sea; With the recovery of solids and fats, economic benefits of the order of \$ 2,107,386 were obtained in 2015 for flour and \$ 1623,978 for oil produced; equivalent to 2634,233 tm and 1309.66 tm respectively.

KEYWORDS: Physicochemical treatment, pumping water, environmental and economic benefits.

INTRODUCCIÓN

Nuestro país es considerado como líder mundial en la producción de harina y aceite de pescado gracias a la explotación de los recursos pesqueros dentro de una política de gestión eficiente permitiendo su manejo sostenible.

Además, a la implementación de tecnologías limpias, creando una cultura de Ecoeficiencia con calidad y rendimientos reflejados en la disminución de los impactos ambientales de los puertos y bahías donde se ubican los establecimientos industriales pesqueros (EIP). El alto valor agregado de sus productos como las conservas, los congelados, la harina y el aceite, implica el desarrollo de una economía directamente relacionada con el crecimiento de los recursos hidrobiológicos.

El Perú es el mayor productor y exportador de harina y aceite de pescado a nivel mundial y de la misma forma, la pesquería industrial se constituye en la mayor fuente contaminante del medio ambiente marino costero, en la cual se destaca el vertimiento de efluentes de desembarque de anchoveta y de la producción industrial de harina de pescado (agua de cola, sanguaza y agua de bombeo). Paredes, V. (2005).

Las bahías de El Ferrol, Chimbote y Paita muestran un alto nivel de contaminación producto de las actividades pesqueras y de la ineficiente recuperación de la materia orgánica presente en sus efluentes, pero, a pesar de que algunas de plantas del sector cuentan con emisores submarinos, los contaminantes se siguen vertiendo al mar a mayor o menor distancia de la costa, de aquí la necesidad de que estos efluentes reciban un tratamiento previo a su vertimiento. Siendo el medio marino la fuente de los recursos hidrobiológicos, surge la necesidad de lograr la sostenibilidad de los mismos para el logro de una producción sostenida, manteniendo la salud del ecosistema a través de las regulaciones dadas por el estado. El sector privado mediante la aplicación de estrategias ambientales como el uso de tecnologías limpias y la cultura de la ecoeficiencia, aporta beneficios directos sobre el medio ambiente, mejora el desempeño ambiental y contribuye positivamente sobre la imagen de la organización ante los diversos grupos de interés. (Arroyave, & Garcés, 2007).

La selección del estudio del agua de bombeo como segundo efluente con mayor carga orgánica ha sido determinado por sus elevados volúmenes empleados en el transporte de pescado y porque su incorporación al proceso productivo determina el rendimiento real de las plantas. Paredes, V. (2005).

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento y Fundamentación del Problema de Investigación.

En la costa peruana, el área marina frente al litoral de Chimbote es una de las áreas de mayor interés en el desarrollo pesquero por ser uno de los centros de afloramiento, que asociado con la circulación de las aguas influye en su productividad creando un ambiente marino favorable para las concentraciones de peces, principalmente anchoveta.

En la Bahía El Ferrol diversos estudios han sido realizados, citándose a, Guillén (1981 y 1984), Guillén y Calienes (1981), Conapuma (1989), Cuadro y Gonzales (1991), Conapuma y Aquino (1992), Guillén y Cárcamo (1993), Sánchez et al (1994), Jacinto, et. al. (1994).

La Dirección General de Salud (DIGESA 2013), ha llevado a cabo estudios orientados a la contaminación de los efluentes del sector industrial pesquero y los efectos sobre la salud humana.

El vertimiento de los efluentes líquidos los cuales están constituidos fundamentalmente por el agua de bombeo; cuyo contenido orgánico depende del manejo a que haya sido sometida la materia prima desde la zona de pesca: (Distancia de la zona de pesca; tipo de captura, condiciones de conservación en la embarcación). hasta su llegada a la planta: (Sistema de bombeo empleado, longitud de tubería, codos, pendiente y altura). El agua de bombeo representa en las descargas de anchoveta de las plantas de harina de pescado un volumen aproximadamente 3,3 veces el agua de cola, cuya porcentaje en el músculo de pescado fluctúa entre (65% – 70%), su reincorporación mejora el rendimiento real de las plantas.

El otro efluente importante es el agua de cola (cuando las plantas evaporadoras son insuficientes o deficientes), aguas de lavado de planta (que pueden tener soda cáustica, grasas, hidrocarburos, ácidos, etc.).

El Ministerio de la Producción dictó el D.S. 010-2008- PRODUCE, el 30/04/2008, estableciendo los Límites Máximos Permisibles (LMP) en

aceites y grasas y sólidos suspendidos totales en la industria de harina y aceite de pescado, Así para: A.Gs.: 1500 ppm, SST: 2500 ppm. La norma establece un plazo máximo de 3 años para su implementación a partir de la presentación de los planes de mitigación.

Las sustancias orgánicas contenidas en el agua de bombeo, al degradarse, se combinan con el oxígeno contenido en el agua pudiendo llegar a agotarlo totalmente y por lo tanto eliminar por anoxia a todas las especies que se encuentran en el área cercana a su descarga. Las bacterias anaeróbicas pueden producir gases que también son tóxicos. El aceite y las grasas, al subir a la superficie, forman una fina película que impide el paso del oxígeno del aire y por lo tanto impide la fotosíntesis y también puede provocar la asfixia de diversas especies marinas.

Los impactos en la bahía también influyen negativamente en su estética, afectando el desarrollo del ecoturismo, la salud y la economía de sus pobladores. Cabrera, C. (2002).

1.2 Antecedentes de la Investigación.

Evolución de la Pesca Industrial para el Consumo Humano Indirecto en el Perú

La actividad industrial pesquera inicia su desarrollo 1950 con la extracción de: 30 tm. de jurel, 63 tm. de sardina y 440 tm. de anchoveta, para su reducción artesanal en harina y aceite. Durante la década 1950-1959, el desembarque de pesca para la producción de harina fue estimada en 3'290,993 Tm. produciéndose 540,381 Tm. de harina; los sólidos orgánicos y las grasas del agua de bombeo así como los solubles del agua de cola fueron arrojados al mar. Paredes, V. (2005)

Entre los años 1960-1969 se llegó a una de las capturas más altas en el país, 75'330,771 tm. de materia prima, concentrándose en los puertos de Chimbote y del Callao (IMARPE 2002).

La producción de harina de pescado llegó a 12'354,246 tm. No se contaba con ninguna planta de tratamiento de agua de bombeo ni de agua de cola.

A fines de esta década se promulga la Ley General de Aguas mediante D.L. N° 17752 y su Reglamento D.S. N° 261-69-AP, donde se establecen por primera vez las normas que regulan el uso del agua aplicables a todas las actividades productivas y prohíbe verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminarla causando daños, poniendo en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora y fauna.

La presencia del fenómeno el “El Niño,” en los años 1972, 1973 y 1976 trajo como consecuencia impactos ambientales muy significativos. El sector tardó 15 años para su recuperación. El recurso desembarcado fue de 47'021,050 tm. para una producción de 8'595,448 tm. de harina de pescado. Paredes, V. (2005).

Durante el periodo 1980-1989 a pesar de los eventos “El Niño” de los años 1982 y 1983 se logró desembarcar 35'439,959 tm. El año 1984 el recurso anchoveta estuvo a punto de colapsar, se oficializaron los periodos de “vedas”, se racionalizó la pesca con la implementación de “cuotas”, a explotar otras especies pelágicas puesto que las balanzas de pagos se tornaron deficitaria y la inflación comenzó a acelerarse.

En el aspecto tecnológico solo Pesca Perú, contaba con “Sistemas de Recuperación Secundaria”, el agua de bombeo y la sanguaza se recuperaba en cantidades precarias en pozas de almacenamiento y zarandas vibratorias Diario el Peruano (1992).

Se alcanzó una producción de 6'836,368 tm. harina, aun así, se seguía vertiendo agua de bombeo sin tratamiento al mar.

En 1983 la Ley General de Aguas es modificada mediante D.S. N° 007-83-S. A, estableciendo los límites de calidad de agua vigentes en el Perú en base a parámetros bacteriológicos:(DBO5, DQO) y de sustancias potencialmente peligrosas. Estudios de la FAO en 1,986 afirman que una fábrica de harina de pescado de tamaño mediano operando ininterrumpidamente genera una DBO5 (indicador del contenido del material orgánico en las aguas residuales) equivalente a la de una ciudad de un millón de habitantes. Ravello, R. (2001).

En la década de 1990–1999, el sector pesquero tuvo un repunte llegándose a destinar 79'221,452 tm. del recurso anchoveta para la producción de harina, la cual se tradujo en 15'471,949 tm.

El 07 de Setiembre de 1990 se promulgó el D.L. N° 613 del Código del Medio Ambiente, constituyéndose en una legislación uniforme y global sobre el medio ambiente, sustituyendo a la normatividad “difusa” existente antes de ella. El Código del Medio Ambiente sufrió sustantivas modificaciones siendo la más importante el D.L. N° 757 “Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada” a fines de 1991 que derogó los capítulos de Delitos y Penas reemplazándolos por los artículos 304 al 314 del Código Penal que son más “benignas” a las establecidas originalmente, posteriormente se decreta la Ley General de Pesca N° 25977 reglamentándose con D.S. N° 012-2001-PE y con R.M. N° 236-94-PE se crearon los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental.

Ante esta situación, el 75% de las empresas reinvirtieron en equipos y maquinarias de “recuperación secundaria” optimizando sus rendimientos en aceite e incorporando los sólidos del agua de bombeo a la producción, así como se implementaron con “plantas de tratamiento de agua de cola” de última generación. Estas normatividades han obligado al sector pesquero a tratar los efluentes de las plantas de producción, previa a su evacuación mediante la instalación de “emisores submarinos” con sus sistemas de bombeo. A pesar de esto, su implementación es lenta por lo costoso en equipos y operaciones, no deteniéndose la contaminación del mar a pesar de que se ha avanzado sustancialmente en ese sentido. Posteriormente, se promulgó el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) y Límites Máximos Permisibles (LMP) con D.S. N° 044-98-PCM con la finalidad de minimizar los impactos de los efluentes industriales en el sector pesquero. Paredes, V. (2005).

En la presente década, se aprueba en abril del 2001 la Ley N° 27446 del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental su reglamento por D.S. N° 019/2009-MINAM. En cuanto a la legislación se aprueba el Protocolo

para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor para la Industria Pesquera para el Consumo Humano Indirecto, según R.M. N° 003-2002-PE, hecho que constituye un avance en las políticas de control ambiental.

Las normas antes mencionadas obligaron al sector pesquero a mejorar los tratamientos fisicoquímicos apoyándose en tecnologías limpias que nos permitan cumplir con la norma del Ministerio de la Producción, (D.S.010-2008-PRODUCE) respecto a los Límites Máximos Permisibles en efluentes. Se ha estimado que desde 1950 a la fecha; la industria harinera peruana ha perdido cerca de 6.5 millones de toneladas métricas por ineficiencias de procesamiento; o lo que es lo mismo cerca de US\$ 3 mil millones. Esto podía equivaler a cerca de US\$ 150 millones por año para la industria. Paredes, V. (2005).

LOCALIZACIÓN DE PLANTA

La empresa TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS S.A. – Chimbote; está ubicada en Av. Los Pescadores S/N – Z.I. 27 de Octubre. Comprende un área de 73,250.82 m². Es una planta de procesamiento de harina y aceite de pescado, posee una capacidad instalada de 226 tm/h de procesamiento, El tratamiento del agua de bombeo para el transporte de materia prima desde las embarcaciones pesqueras hacia la planta de procesamiento es una operación clave, ya sea para cumplir con normas ambientales, para evitar impactos negativos en el cuerpo marino receptor y debido a la tecnología aplicada, recuperar la grasa presente en el agua de bombeo posteriormente refinada a aceite crudo de recuperación secundaria y recuperar los sólidos suspendidos.



Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote, 2015.

Gráfico 1. Localización de Planta Tecnológica de Alimentos S.A.

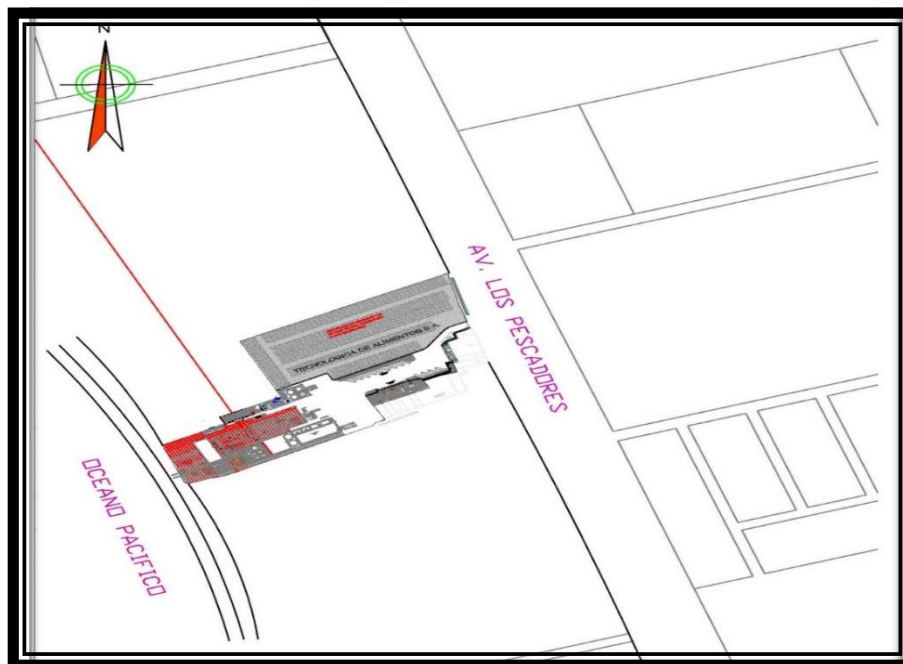


Gráfico 2. Plano de Ubicación de Planta.

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote, 2015.

1.3 Formulación del Problema de Investigación.

¿Cuál es el beneficio ambiental y económico generado por el tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo en las plantas de producción de harina y aceite de pescado?

1.4 Delimitación del estudio.

El trabajo de investigación se realizó en la planta de la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. situada en la zona industrial 27 de Octubre, del puerto de Chimbote, durante el período de producción del año 2015.

1.5 Justificación e Importancia de la Investigación.

La importancia del tratamiento fisicoquímico a ésta agua residual de transporte de la materia prima; se justifica porque:

- Se reducirán los impactos ambientales negativos al cuerpo receptor marino.
- Mejorará los beneficios económicos por la recuperación e incorporación de los SST y los Aceites y grasas al proceso productivo de harina y aceite de pescado incrementando el rendimiento y la calidad de la misma.
- Se recuperará paulatinamente la bahía de Chimbote (El Ferrol), la parte estética, el atractivo turístico y la generación de empleo, ocasionando impactos ambientales positivos.

1.6 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

- Determinar los beneficios ambientales y económicos generados por el tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo de la planta Tecnológica de Alimentos S.A, Chimbote en el año 2015, mediante el empleo de nuevas tecnologías.

Objetivo Específico.

- Evaluar las características fisicoquímicas del agua de bombeo como fluido de transporte en la descarga de la anchoveta y después como efluente vertido al mar, de la fábrica Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote; en el año 2015.
- Evaluar los beneficios ambientales antes y después del tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo de la fábrica Tecnológica de Alimentos S.A. ubicado en el 27 de octubre, Chimbote en el año 2015; utilizando la Matriz de Leopold.
- Evaluar los beneficios económicos antes y después del tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo de una fábrica de harina y aceite de pescado, situada en la zona industrial 27 de Octubre, Chimbote en el año 2015.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos Teóricos de la Investigación.

La industria de la harina de pescado en el país, es la segunda más grande después de la minería; procesa alrededor de 7.5 millones de toneladas de pescado en un buen año; la harina y el aceite son exportables casi en su totalidad. Ésta producción se da en aproximadamente 130 plantas harineras ubicadas a lo largo línea costera peruana.

La producción de harina y aceite de pescado están entre los principales actividades industriales generadoras de residuos orgánicos en las bahías donde se encuentran la mayor cantidad de Establecimientos Industriales Pesqueros (EIP), como es de conocimiento; elevados volúmenes o concentraciones de residuos orgánicos vertidos al ambiente conllevan al deterioro de la salud pública y a la fauna y flora presentes en los puertos y bahías: Chimbote, Huacho, Callao, Pisco, Mollendo, Paita obstaculizando su potencial crecimiento de largo plazo de costa del país.

El Banco Mundial, FAO (www.fao.org), algunas compañías europeas y algunas organizaciones ambientales (ONGs) han venido ejerciendo creciente presión sobre el Perú para que utilice sus recursos pesqueros de una manera más sostenible. Más aún, han estado considerando limitar sus compras de productos derivados de pescado.

Estas presiones han inducido a los industriales harineros peruanos a esforzarse cada vez más para optimizar la eficiencia de sus procesos en sus plantas. Centurión, Ganoza y Torres, (2007).

CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA Y EL PRODUCTO AGUA DE BOMBEO.

Materia Prima.

La materia prima principal es la anchoveta, las especies sardina y jurel, fueron utilizadas desde la aparición de la industria harinera 1950 hasta 1985.

La composición química de los peces para la producción de harina y aceite de pescado en el Perú se observa en el Anexo N° 1. Paredes, V. (2005)

Producto Agua de Bombeo.

El agua de bombeo es el agua de mar utilizada como fluído para el transporte del pescado desde la bodega de la embarcación hacia la planta. Considerada también, como el más importante volumen de agua residual, constituida por sólidos de pescado (proteínas insolubles, escamas, fragmentos óseos y materia grasa), sustancias líquidas (sangre, aceite de pescado y proteína soluble). Burgos, C. (2014).

Se emplea de 1.5 a 2.5 tonelada de agua por cada tonelada de pescado transportado dependiendo del sistema de bombeo con que cuenta la planta, (Pesca Perú 1994). Este subproducto se clasifica como de alto volumen y baja concentración; constituye entre la mitad y dos terceras partes del volumen total de las descargas de anchoveta.

La recuperación de sólidos, grasas del agua de bombeo y sanguaza originada durante el proceso de descarga de pesca y almacenamiento, es de gran importancia que, de ser vertida al mar sin previo tratamiento, genera problemas de contaminación marina y pérdidas económicas para el sector. López, (2012).

La composición química promedio es de, agua: 94.6458 %, grasa: 1.0457 %, sólidos totales: 4.3085 %.

Castro, R. (2004), reporta las características fisicoquímicas del agua de bombeo según diferentes autores: DBO₅ (20°C): 4600 ppm DQO (20°C): 35200 ppm y pH: 6.2. Se observa en el Anexo N° 3.

Grados (1996), por cada tonelada de materia prima descargada en poza, se estaría arrojando al mar 26.392 kg de sólidos orgánicos y 23.163 kg de grasa.

Eficiencia de Procesos.

El agua de bombeo de una típica planta de harina y aceite de pescado constituye entre la mitad y dos terceras partes del volumen total de las descargas de anchoveta. Debido al deterioro del pescado durante la captura, transporte y bombeo, éste fluído líquido contiene grandes cantidades de aceites, grasas y sólidos que, de ser vertida al mar sin previo tratamiento, generaría problemas de contaminación marina atentando contra las actividades de pescadores artesanales, contra las poblaciones de fauna marina y el equilibrio ecológico en general. Afortunadamente, hoy sabemos que la inversión en tecnologías sobre tratamiento del agua de bombeo trae consigo, además de los beneficios ambientales, una mayor rentabilidad económica gracias a la recuperación de estos elementos y su reincorporación al proceso de elaboración de harina y aceite de pescado. Alcayhuaman, R., Yaya, R. (1997).

Los procesos básicos del tratamiento fisicoquímico que está siendo implementado en las plantas de Tecnológica de Alimentos S.A. TASA, se inician con la separación de los sólidos del agua de bombeo, mediante un tamiz rotativo filtrante (Trommel). La masa sólida es retornada a la línea de proceso mientras que el agua y aceite son enviados a una trampa de grasas para su recuperación por medio de espumaderas, para la elaboración de aceite de recuperación (aceite PAMA); cuya cotización es ligeramente inferior al del aceite del proceso primario, sin embargo, representa un ingreso considerable para la empresa.

La segunda fase de tratamiento se lleva a cabo en una celda de flotación que emplea el sistema D.A.F. (Dilution Air Flotation); mediante la generación de microburbujas de aire, las cuales se adhieren al agua con sólidos en suspensión, produciendo una espuma que es recuperada con una espumadera rotativa, para luego ser transportada al proceso de producción del aceite PAMA. El agua remanente es conducida a una tercera fase; la de tratamiento químico (coagulación, floculación y flotación por aire disuelto), donde se genera un volumen de lodo húmedo el cual mediante un proceso de separación en frío, empleando una separadora de sólidos se logra reducir su humedad hasta un 70%. El efluente líquido ya clarificado va a un tanque clarificador cumpliendo con los estándares internacionales de calidad de descargas líquidas de fábricas pesqueras. Todo el sistema está diseñado con líneas de retorno para tener finalmente una sola línea de efluente. Los lodos que son obtenidos de la separadora ambiental pueden ser deshidratados y convertidos luego en harina de pescado de calidad estándar, que a su vez puede ser homogenizada con harinas de diferente calidad, o bien utilizada como insumo en la elaboración de piensos y alimento balanceado para ganado y piscifactorías.

El resultado de la implementación de procesos, equipos y tecnologías limpias de tratamiento, da una recuperación de 94% de los sólidos y 98% de grasas presentes en el agua de bombeo que hasta hace pocos años eran descargados directamente en el mar y que hoy siguen siendo vertidos sin ningún tipo de tratamiento por varias compañías pesqueras en todo el litoral peruano. Gran parte de este problema recae en la falta de legislación e incumplimiento de la normativa existente respecto a estándares ambientales marinos y límites máximos permisibles para efluentes pesqueros, además de la falta de visión de largo plazo de ciertos actores del gremio pesquero. Se ha estimado que la recuperación representa un incremento del 2% de la producción total de harina de pescado y que una inversión que supera el millón de dólares puede ser recuperada en aproximadamente tres años de pesca al ritmo actual, todo esto sin considerar las ventas adicionales por el aceite de recuperación.

Las perspectivas a mediano y largo plazo consisten en lograr mayor eficiencia en el tratamiento y recuperación del agua de bombeo, así como la implementación de este sistema en todas las fábricas harineras de Tecnológica de Alimentos S.A.

SISTEMA DE TRATAMIENTO FISICOQUÍMICO DEL AGUA DE BOMBEO – TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS S.A.

- **Recuperación primaria del agua de bombeo.**

Recuperación de Sólidos.

Se tiene 03 desaguadores rotativos denominados, (trommels) de 300Tm/h de capacidad, donde se realiza la separación de partículas sólidas (vísceras, escamas, etc.) de tamaño superior a 1 mm, las cuales son almacenadas en pozas y adicionadas posteriormente al proceso, esta etapa tiene como objetivo recuperar los sólidos de tamaño superior contenidos en el agua de bombeo.



Gráfico 3. Desaguadores rotativos (Trommels).

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote

Recuperación de aceites y grasas.

Se cuentan con 02 trampas de grasa marca FABTECH de 235 m³ y 02 Tanques DAF FABTECH de 250m³. En esta etapa el líquido procedente de los trommels es enviado mediante gravedad a una trampa de grasa en donde se separarán dos fases: una rica en grasa, que será retirada en

forma de espuma mediante los skimmers (paletas) y la corriente pobre en grasa es enviada a la celda de flotación DAF, (Dilution Air Flotation), donde se inyecta aire a través de un tubo de dilución, generando un sistema de micro burbujas.



Gráfico 4. Trampas de grasa marca FABTECH de 235 m³

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

La celda de flotación DAF, (dilution air flotation), es un tanque metálico de forma cilíndrica, por el cual atraviesa el flujo de agua de bombeo, en este tanque se trata de conseguir que el flujo obtenga un régimen laminar. Las micro burbujas son generados por un impulsor sumergido a una determinada altura dentro de una carcasa de la cual se generan unas pequeñísimas burbujas de un diámetro aproximado de 10 a 100 micras, la velocidad de giro del impulsor es de 1800 rpm; con esto aseguramos que la mayor cantidad de grasas sean flotadas en el tanque, para su proceso de recuperación se inyecta aire a través de un tubo de dilución que opera de 5 a 6 bar de presión con el fin de conseguir que las micro burbujas se adhieran a los sólidos llevando consigo a la superficie la mayor cantidad de grasa del agua de bombeo.



Gráfico 5. Celda de flotación DAF, (Dilution Air Flotation).

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

ECUALIZACIÓN

La finalidad de éste proceso es tener un tanque pulmón con líquido procedente del tanque de flotación (DAF) bien homogenizado; manteniendo un flujo de agua de bombeo regulable y constante, con una concentración de sólidos y grasa uniforme, y permanente. La operación se realiza en dos tanques de 1200 m³ de capacidad en cuyo interior se encuentra un agitador y dos tanques de 500 m³ de capacidad, listos para la próxima etapa de procesamiento.



Gráfico 6. Tanques Ecuador -1200 m³

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

- **Recuperación Secundaria del agua de bombeo.**

Recuperación de sólidos y grasas remanentes.

Contamos con un Tanque Clarificador, marca ST MACHINE de 200 m³ y 02 separadoras ambientales, marca FLOTTWEG de 80 m³ y 30 m³.

Con la aplicación de floculantes y coagulantes, el agua de bombeo tratada en el sistema DAF es enviado a los tanques Ecuilibradores para su homogenización y de allí con una bomba a flujo controlado se alimenta al Clarificador previo paso por el Floculador. En esta operación se coagula y flocula los remanentes de sólidos y grasa presentes en el agua de bombeo, flotándolas a la superficie para recuperarlos como lodos; desde el clarificador se recircula parte del agua tratada a través del reactor de presurización, una vez alcanzado el nivel de operación y el porcentaje de sólidos adecuados, estos son recolectados por el cucharón y depositado en un tanque para luego enviarlo a la separadora ambiental a flujo controlado, los sólidos separados son agregados al proceso.



Gráfico 7. Tanque Clarificador, marca ST MACHINE - 200 m³

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

DESHIDRATACIÓN DE LODOS (Separadora Ambiental)

Los lodos generados en la etapa anterior son deshidratados en una separadora Z73 con una capacidad de tratamiento de 80 m³/h y una separadora decanter Z4E de 15m³ de capacidad, formado un keke de separadora con humedad promedio de 75% y agregado al proceso de harina de pescado.

El licor de la salida de la separadora se recircula a los tanques de eculización hasta el total cumplimiento de LMP (Límites Máximos Permisibles)

En esta etapa se adiciona un coagulante (Sulfato Férrico) y floculante (poliacrilamida catiónica), se emplea agua de condensado sucio para diluir los lodos si es que el caso lo amerita. Las cantidades de producto químico a utilizar dependerán de la calidad de lodo (pH, sólidos totales, frescura).



Gráfico 8. Separadoras ambientales, marca FLOTTWEG 80 m³ y 30 m³

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

- **Tratamiento de las espumas recuperadas del agua de bombeo.**

Se opera con 03 tricanters (02 de 40 m³/hr y 01 de 12 m³/hr), 03 precalentadores, dos coaguladores, una pulidora marca Westfalia de 8,000 L/h. Cuando se está descargando materia prima a planta y la acidez del aceite es baja, la espuma precalentada es llevada a las tricanters en donde los sólidos son agregados al tornillo colector de pozas, el agua de cola de las tricanters es bombeado junto con la sanguaza a los trommels y el aceite de los tricanters es precalentada, antes de ingresar al tanque colector respectivo, para ser bombeado a los tanques de almacenamiento PAMA.



Gráfico 9. Tricanters, 40 m³/hr (02) - 12 m³/hr (01)

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

▪ **Tratamiento de la sanguaza.**

La sanguaza es un fluído orgánico, de color rojizo, proveniente del músculo del pescado; que se produce a bordo de las embarcaciones durante la captura. Se almacena durante el viaje de retorno a la fábrica en las bodegas de la nave. Además fluye de las pozas de almacenamiento de pescado y que cuando es drenada sigue el siguiente tratamiento:

- Cuando existe descarga de materia prima; se alimenta a las trampas de grasa, Fabtech de 235 m³ /h.
- Cuando no hay descarga de materia prima se alimenta directamente al tanque de espumas siguiendo su proceso correspondiente.

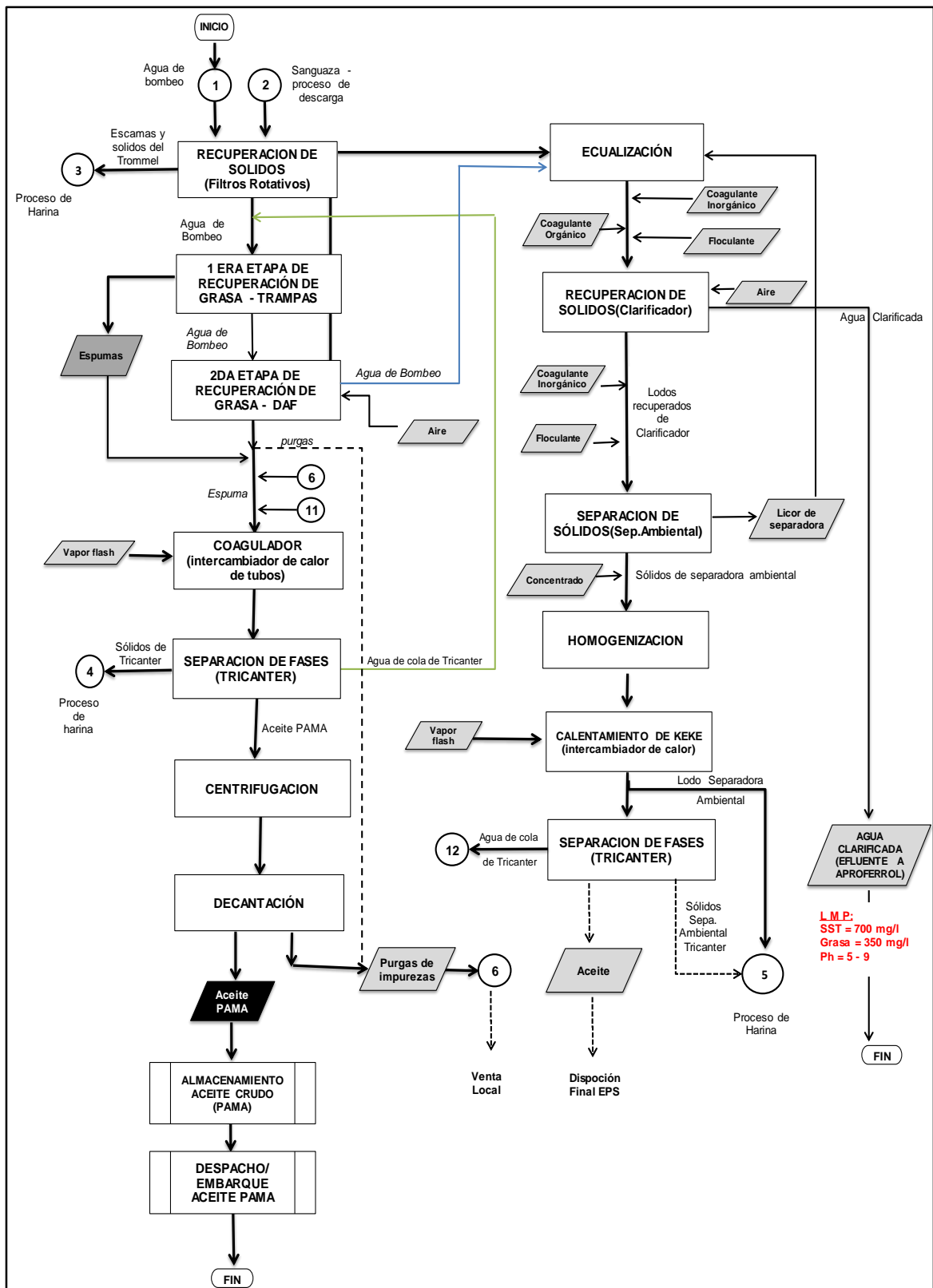


Gráfico 10. Flujograma del Tratamiento Físicoquímico del Efluente Agua de Bombeo. Tecnológica de Alimentos. S.A. CHIMBOTE.
Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

Deterioro ambiental causado por la emisión del Agua de Bombeo.

El deterioro ambiental que ésta genera se debe a la hidrólisis enzimática causada por bacterias proteolíticas y lipolíticas. En las proteínas la hidrólisis llega hasta alfa aminoácidos, de allí ocurre una desaminación dentro de la célula en condiciones aeróbicas y anaeróbicas con la producción de ácidos saturados e hidroxiácidos en la primera de ellas. La degradación anaeróbica conlleva a la formación de ácidos saturados e insaturados los cuales pueden producir grandes cantidades de alcalinidad en forma de bicarbonatos de amonio (NH_4HCO_3). Los ácidos libres sirven de alimento a los microorganismos siendo convertidos en CO_2 y agua.

Las grasas y lípidos se hidrolizan fácilmente en glicerol más ácidos grasos. Todos estos cambios se ven reflejados en el incremento de la temperatura en el área de descarga, generalmente en la orilla, en un aumento de la turbidez, con aumento del pH en algunos casos y la disminución del oxígeno disuelto usado por las bacterias bajo condiciones de aerobiosis, en la oxidación de la materia orgánica para obtener dióxido de carbono y agua. Los altos tenores de DBO_5 y sólidos totales en el agua de bombeo presentan impactos negativos en el cuerpo receptor marino modificando además, los valores de P y N_2 propuestos por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU (EPA) que es 4.0 mg/L. Paredes, V. (2005).

Las principales áreas afectadas por las aguas residuales de origen industrial del sector pesquero a través de la historia fueron: Bahías Ferrol de Chimbote, Callao y Pisco; por haber sido las de mayor concentración de la actividad pesquera. El índice de biodiversidad y los hábitats para especies importantes fueron casi eliminadas por la insostenibilidad de vida en las bahías. Sánchez de Benites, G. (2004).

La disponibilidad geográfica de las bahías de intensa actividad pesquera son ensenadas de aguas tranquilas, protegidas por puntas rocosas o tablazos, hay una baja intensidad eólica y una escasa presencia de oleajes y vientos fuertes, lo que permite una baja dispersión y dilución de la materia orgánica descargadas en ellos, siendo más pronunciados los impactos, respecto a su extensión, duración y resiliencia; por estas razones la emisión del agua de

bombeo sin tratamiento, sobrepasa los estándares de calidad ambiental (ECAs).Puertas, V. (2013).

Por los antecedentes y conceptos antes mencionados, consideramos que el presente trabajo servirá de ayuda para visualizar en el tiempo los efectos de la contaminación marina, así como las pérdidas económicas causadas por la emisión del agua de cola. Bajo este concepto será la guía que estimule la cultura de la eco-eficiencia en el sector pesquero. (Paredes, V. 2005)

PÉRDIDAS ECONÓMICAS CAUSADAS POR LA EMISIÓN DEL AGUA BOMBEO.

Durante el proceso de producción de harina y aceite de pescado se generan tres efluentes líquidos importantes: agua de bombeo, agua de cola y agua de limpieza de planta. Años atrás las empresas pesqueras arrojaban los efluentes al mar sin tratamiento previo, contaminando las bahías, causando daños ambientales y económicos al área costera y a sus pobladores. La materia orgánica: sólidos totales en suspensión (SST), aceites y grasa (AG) que antes se vertía al mar hoy en día se tratan de recuperar con equipos, materiales y procedimientos más eficientes , y en vista de esto las empresas pesqueras están invirtiendo en la recuperación del aceite y los sólidos partir del agua de bombeo. Rondón, (2009).

La planta donde se desarrolló el trabajo de investigación cuenta con una capacidad instalada nominal de 226 tm / h, en el año 2015 la capacidad real de operación fue 130 tm / h, aproximadamente el 50%, la relación agua de bombeo/pescado es de 2.5:1 y la concentración de sólidos totales promedio fue de 5.354 %, se estima una pérdida de 0.696 tm harina / tm pesc.desc.hr. que se arroja al mar contaminándolo, cuya valoración económica al precio de \$. 1200 / tm harina representa \$.828.00. Paredes, V. (2005)

Los beneficios aquí propuestos deben entenderse como la reducción de los impactos ambientales negativos al cuerpo receptor marino y la mejora en los parámetros de producción de las plantas, específicamente en el rendimiento, calidad y reducción de costos.

2.2 MARCO CONCEPTUAL.

- **Aceites y grasas.**

Son sustancias no polares y se definen como cualquier material recuperado en forma de una sustancia soluble en solventes no polares, estas sustancias son por lo general hidrocarburos relativamente no volátiles, como aceites vegetales, grasas animales, ceras, jabones, etc. Rozas, P. (2006).

- **Agua de bombeo.**

En general es el agua transportada por medios mecánicos de bombeo, y en particular, en la industria de harina de pescado es el agua de mar empleada en el transporte de pescado desde la chata a las pozas de almacenamiento. El agua de bombeo es el efluente de mayor volumen, se origina durante el trasvase de la materia prima de la embarcación a la planta; contiene materia orgánica suspendida y diluida, aceites y grasas, sangre y agua de mar su formación se da cuando el pescado es mezclado con agua de mar Fraume, N (2007).

- **Aceite PAMA**

Aceite recuperado del tratamiento de aceites y grasas del agua de bombeo. Fuente Tecnológica de Alimentos S.A.

- **Agua de cola.**

El agua de cola es uno de los residuales del proceso productivo de una planta de harina de pescado, generado como un subproducto de la prensa. Se genera a partir del licor de prensa; son los sólidos solubles que se separan del aceite al centrifugar el licor de la separadora; su volumen y contenido cambian con la condición y tiempo del pescado. Cuanto mayor es el tiempo de captura, mayor será la cantidad de proteína y aceite que se liberen al agua de cola durante el prensado. El agua de cola puede representar hasta un 60% del peso de la materia prima y esta contendrá cerca de 8% a

10% de sólidos totales. Si la materia prima se encuentra en malas condiciones, estas cifras se incrementarán. Actualmente las fábricas pesqueras recuperan estos compuestos para mejorar la calidad del producto y también para mejorar la eficiencia de las plantas. (Guía D.S. 010-2008. PRODUCE).

- **Chata.**

Dispositivo flotante ubicado en el mar, contiene equipos y materiales necesarios para la etapa de bombeo de pescado desde las bodegas de las embarcaciones hacia las plantas de procesamiento pesquero. Rondón, A. (2009).

- **Contaminación.**

Distribución de o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos adversos al ambiente o sobre la salud. Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en sitios contaminados / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Calidad Ambiental – Lima: MINAM, 2015.

- **Contaminación del medio marino.**

Introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino (inclusive los estuarios) cuando produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluso la pesca y otros usos legítimos del mar, deteriorando de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento. Escobar, J. (2002)

- **Coagulación.**

La coagulación es el fenómeno de desestabilización de las partículas coloidales que puede conseguirse por medio de la neutralización de sus cargas eléctricas, generalmente

electronegativos, presentes en el agua., formando un precipitado. Así, los electrolitos capaces de aportar cationes trivalentes, que neutralizan las cargas negativas del coloide, presentan una mayor capacidad coagulante. Metcalf, E. (1996).

- **Coloide.**

Es un sistema conformado por dos o más fases, normalmente una fluida (líquido) y otra dispersa en forma de partículas generalmente sólidas muy finas, de diámetro comprendido entre 10^{-9} y 10^{-5} μm . La fase dispersa es la que se halla en menor proporción. Normalmente la fase continua es líquida. Metcalf, & E. (1996).

- **Cuerpo Receptor.**

Medio acuático, terrestre atmosférico que recibe efluentes líquidos, sólidos o gaseosos. Protocolo para el Monitoreo de efluentes y cuerpo marino receptor, (2001).

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).**

Es la cantidad de oxígeno disuelto consumida por el agua residual durante la oxidación (vía biológica) de la materia orgánica biodegradable presente en el agua residual. Para el control de los procesos de depuración suele adoptarse la DBO₅ a los 5 días y a 20°C (DBO₅). Quevedo, H. (2016).

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO).**

La demanda química de oxígeno (DQO) se refiere al oxígeno consumido en la degradación química de sustancias oxidables. Este consumo incluye las cargas orgánicas e inorgánicas. Se expresa en mg por litro de oxígeno equivalente a la cantidad de oxidante empleado. Un valor DQO elevado indica un agua residual con muchas sustancias oxidables.

- **Ecosistema marino costero.**

Son ecosistemas constituida por los hábitats en los ámbitos marino y costero tradicionalmente han sido divididos vertical y horizontalmente para su clasificación. Verticalmente, se los puede agrupar en dos grandes tipos: los bénticos o de fondo y los pelágicos o de aguas abiertas. Horizontalmente los océanos se clasifican en zonas costeras y zonas marinas u oceánicas. Las zonas costeras abarcan las aguas y fondos marinos comprendidos entre la orilla y el borde de la plataforma o talud continental (hasta los 200 m. de profundidad) y las zonas oceánicas o pelágicas las aguas y los fondos marinos que exceden esta profundidad. Cubriendo menos del 10% del área de la zona oceánica y menos del 20% de la superficie de las masas continentales, las zonas costeras son las más productivas de los océanos y las más afectadas por las actividades del hombre por su estrecho contacto con las masas terrestres. Centurión & Ganoza & Torres, (2007).

- **ECA.**

Estándar de calidad ambiental, medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos o sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Decreto Supremo MINAM N°011-2009 MINAM.

- **Efluentes.**

Fluído acuoso, puro o con sustancias en solución o suspensión como producto de la actividad pesquera o acuícola, que es considerado como residuo. (Glosario OEFA, 2013).

- **Floculación.**

Aglomeración de partículas desestabilizadas primero en microflóculos, y más tarde en aglomerados voluminosos llamados flóculos. Metcalf, & E. (1996).

- **Harina de pescado.**

Concentrado de proteínas preparado en base de pescado entero o de residuos de la industria pesquera (conservas, congelado etc.).
Díaz, N. (1996).

- **Impacto Ambiental.**

Alteración positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente provocada por la acción de un proyecto, actividad o decisión. El sentido del término no involucra ninguna valoración del cambio, la que depende de juicios de valor. (Dirección General de Calidad Ambiental – DS N°002-2013-MINAM).

- **Impacto Económico:**

Efecto que una medida, una acción o un anuncio generan en la economía. Cuando algo tiene impacto económico, provoca consecuencias en la situación económica de una persona, una comunidad, una región, un país o el mundo. Pérez, J. (2013).

- **Límite Máximo Permisible.**

El Límite Máximo Permisible (LMP), es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

- **Potencial de hidrógeno (pH).**

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrógeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una

sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica. Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H+) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH-), la sustancia es ácida. Parámetros Organolépticos (DIGESA 2008).

- **Sanguaza.**

La sanguaza se produce a bordo de las embarcaciones cuando la captura se almacena durante el viaje de retorno a la fábrica y también cuando se ha descargado a las pozas de almacenamiento en las mismas fábricas.

La sanguaza es el resultado de la acción bacteria¹ y la auto lisis (auto digestión) de las enzimas existentes en el estómago del pescado y en lo que éste haya ingerido. Esta reacción aumenta con la temperatura del pescado almacenado y como resultado, tanto proteína como aceite son perdidos en la sanguaza. Centurión, Ganoza y Torres, (2007).

- **Sólidos Totales.**

Los sólidos totales son la suma de los sólidos disueltos totales, o sólidos que atraviesan el filtro, más los sólidos totales en suspensión, que son retenidos por el filtro. (Sabater, 2009).

- **Sólidos Disueltos.**

Los sólidos disueltos, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. El origen de los sólidos disueltos puede ser múltiple, orgánico, tanto en agua subterráneas como superficiales. En los usos industriales la concentración elevada de sólidos disueltos puede ser objeccionable por la posible interferencia

en proceso de fabricación, o como causa de espuma en caldera. Rigola, (2001).

- **Sólidos suspendidos totales (SST).**

Corresponde a la cantidad de material (sólidos) que es retenido después de realizar la filtración de un volumen de agua residual. Es importante como indicador puesto que su presencia disminuye el paso de la luz a través de agua evitando su actividad fotosintética, importante para la producción de oxígeno. Rigola, M. (2001).

- **Tratamiento Físicoquímico del Agua de Bombeo.**

Es la recuperación de sólidos totales y grasas, los equipos que componen el sistema de tratamiento del agua de bombeo incluyen diversas fases, deberán tener las características necesarias, en cuanto a: capacidad de tratamiento del total del volumen de agua de bombeo generado y eficiencia para retener el máximo de materia orgánica posible.

Los equipos básicos que intervienen en los procesos de recuperación de los sólidos y las grasas presentes en el agua de bombeo son:

Trampas de grasa, celda de flotación (DAF), tanques ecualizadores (homogenizadores), Sistema Krofta (clarificador) y separadora ambiental. La parte química lo componen la adición de floculantes y coagulantes orgánicos en el Sistema Krofta. Centurión, Ganoza y Torres, (2007).

- **Tecnología limpia.**

Es la tecnología que al ser aplicada no produce efectos secundarios o transformaciones al equilibrio ambiental o a los ecosistemas.

http://www.tecnologiaslimpias.cl/peru/peru_ciytec.html

- **PAMA.**

Programa de Adecuación y Manejo Ambiental. tiene como objetivo mitigar o eliminar, progresivamente en plazos racionales, los impactos ambientales negativos que viene causando una actividad en actual desarrollo, debiendo incluir para ello, las propuestas de acción y los programas necesarios para incorporar los adelantos tecnológicos y/o medidas alternativas de prevención de contaminación, cuyos propósitos sean tanto optimizar el uso de las materias primas e insumos, como minimizar o eliminar las emisiones y/o vertimientos, en cumplimiento con los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente. Guía para la elaboración de programas de adecuación y manejo ambiental, PAMA, (2011).

- **Veda.**

Período de tiempo durante el cual se prohíbe, por ley, la caza o la pesca de recursos hidrobiológicos. Es un instrumento de gestión que tienen por finalidad proteger la biomasa del mar peruano, durante las épocas de reproducción y especialmente las que están en peligro de extinción. (IMARPE 2001).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Hipótesis central de la investigación

El tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo de la fábrica Tecnológica de Alimentos S.A. permitirá mejorar la recuperación de sólidos en suspensión, aceites y grasas produciendo un menor impacto sobre los elementos del ambiente permitiendo al mismo tiempo un mayor beneficio económico.

3.2 Variables e indicadores de la Investigación

Para demostrar y comprobar la hipótesis formulada, hubo la necesidad de operacionalizarla a través de sus variables, y de los indicadores de cada una de ellas, es así que a través de la relación causa - efecto sometido a los sistemas de tratamiento de agua de bombeo, se evaluó las variables dependientes: impactos ambientales y económicos.

Se ha considerado las siguientes variables:

- Tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo (variable independiente)
- Impactos ambientales y económicos (variables dependientes).

Definición Conceptual.

- **Tratamiento del agua de bombeo:** es la recuperación de sólidos totales y grasas; los equipos básicos que intervienen en los procesos de recuperación de los sólidos y las grasas presentes en el agua de bombeo son:
 - Trampas de grasa, celda de flotación (DAF), tanques ecualizadores (homogenizadores), Sistema Krofta (clarificador) y separadora ambiental.
 - La parte química lo componen la adición de floculantes y coagulantes orgánicos en el Sistema Krofta.

▪ Impactos Ambientales y Económicos.

Impacto Ambiental: alteración positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente provocada por la acción de un proyecto, actividad o decisión.

Impacto Económico: alteración positiva o negativa de los beneficios económicos del tratamiento fisicoquímico relacionados a la productividad; toneladas adicionales de harina producida.

Se ha considerado los siguientes Indicadores.

- Ratios de Producción: Factor de reducción (tm de materia recibida/tm de harina producida).
- Beneficios de los sólidos del agua de bombeo, US\$ (Sólidos recuperados del agua de bombeo/ tm de harina producida).
- Sólidos Suspendidos Totales(SST), mg/L.
- Aceites y Grasas, mg/L.
- pH.

Cuadro 1. Operacionalización de Variables.

Variable conceptual o analítica DEFINICIÓN	Dimensión	Indicador (Definición Operacional)	Valores Finales	Tipo de variable
Tratamiento del Agua de Bombeo	Físico Químico	SST A y G pH	mg/l mg/l	Numérica Numérica Numérica Numérica
Impacto Ambiental	Ambiental	Calidad de Agua pH	(+) , (-)	Numérica Numérica Numérica
Impacto Económico	Costo	Ratios - PH Costo/Beneficio	\$	Numérica

Fuente: S.Artega, S. EPG.UNS. 2015.

3.3 Métodos de la Investigación.

El método de investigación empleado fue el de la: Observación, porque se describió la realidad tal y conforme se presenta en las operaciones de la fábrica Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote.

3.4 Diseño o Esquema de la Investigación.

El diseño de la investigación fué: Descriptivo, por los objetivos que se persiguen; muestra la relación entre el tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo (variable independiente) y los impactos ambientales y económicos (variables dependientes). Longitudinal, porque se analizó cambios a través del periodo de estudio de las variables o sus relaciones entre éstas. Buendía, L. (1998)

3.5 Población y Muestra.

La población y muestra del presente estudio está dada por la fuente de datos de la fábrica de harina y aceite de pescado - Tecnológica de Alimentos S.A. temporada de producción 2015 I y II- Chimbote (Descarga de materia prima, producción de harina, aceite PAMA y reportes de control de efluentes de agua de bombeo).

3.6 Actividades del Proceso Investigado.

Para nuestro estudio se tomaron muestras del efluente a la salida después del último tratamiento de agua de bombeo; que se vierten en la Bahía del Ferrol Chimbote, antes y después de la aplicación de las nuevas tecnologías (procesos químicos).

Se elaboró una lista de chequeo para la identificación de los impactos ambientales causados por vertimiento de agua de bombeo al mar. Se consultó con profesionales y personal con experiencia en el manejo de plantas pesqueras, opiniones de pobladores de los puertos pesqueros, autoridades del sector y una vasta revisión bibliográfica.

La matriz de impactos ambientales se confeccionó según Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Conesa, (2010).

Los resultados de análisis de agua de bombeo y efluentes fueron de los meses de período de producción de Abril, Mayo Noviembre y Diciembre del 2015, los que se validaron con los resultados de la empresa Certificaciones del Perú S.A. (CERPER).

3.7 Técnicas e instrumentos de la Investigación.

Se formularon entrevistas personales, encuestas con preguntas bien estructuradas, se efectuó un análisis documental con textos, boletines, revistas y folletos sobre las variables de interés para finalmente mediante fichas bibliográficas conformar un registro de datos adicional y comparativo.

(Tesis universitarias, Revistas: Pesca Responsable 2015; Perú Pesquero 2014/2016, Investigaciones Instituto Tecnológico Pesquero 2008/2009, boletines Ministerio de la Producción), entre otros.

Además, en el presente trabajo de investigación se utilizaron técnicas documentales e instrumentos de recolección de datos de la fábrica de harina y aceite de pescado Tecnológica de Alimentos S.A. correspondiente a la temporada de producción 2015 - Chimbote.

3.8 Procedimiento para la recolección de datos.

La técnica para la recolección de datos proviene de su fuente de origen, primaria, tomándose información de las personas que manejan la información: Superintendencia, jefe de producción, jefes de turno, jefe de calidad y analistas de calidad.

Como instrumentos secundarios para guardar la información se emplearon los partes de producción, partes de descarga diaria de materia prima y partes diarios de calidad, los mapas, la cámara fotográfica, la grabadora, la filmadora, el software de apoyo; elementos estrictamente indispensables para registrar lo observado durante el proceso de investigación. (Rodríguez, 2008).

Esta data de la fábrica de harina y aceite de pescado Tecnológica de Alimentos S.A. temporada de producción 2015- Chimbote, fueron llevados a una base de datos Excel para ser explorados luego mediante el uso de tablas dinámicas para su análisis.

3.9 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.

Durante el muestreo, las muestras de agua de bombeo y del efluente se colocaron en botellas plásticas y vidrio previamente esterilizadas y etiquetadas; acondicionado en un cooler las que inmediatamente fueron enviadas al laboratorio para el análisis respectivo en la planta y por un laboratorio privado (Certificaciones del Perú S.A. CERPER).

La frecuencia de monitoreo del efluente fue, durante los días de producción de cada mes, recopilando los resultados de los meses de abril, mayo,

noviembre y diciembre del año 2015, abarcando el tratamiento antes y después de la aplicación de nuevas tecnologías.

Para caracterizar el efluente de la fábrica Tecnológica de Alimentos S.A., se desarrollaron los análisis basados en el Protocolo de monitoreo de efluentes para la actividad pesquera de consumo humano indirecto y del cuerpo marino receptor, aprobado mediante RM N°003-2002-PE del 13 de enero del 2002.

Se consideraron análisis de aceites y grasas, sólidos suspendidos totales (SST) y pH, los métodos de análisis empleados fueron: determinación de aceites y grasas – extracción soxhlet, medición de pH mediante la utilización de un potenciómetro (lectura directa del valor) y determinación de sólidos totales suspendidos (SST), método gravimétrico, (anexo 8), y resultados de mediciones en (anexo 7).

Se emplearon métodos estadísticos analíticos y comparativos con gráficos, para interpretación de las variaciones de los valores registrados en el efluente de salida luego del tratamiento de agua de bombeo.

Se realizaron valores promedios de los parámetros a evaluar y se comparó los resultados antes y después de la aplicación de nuevas tecnologías, luego se efectuó la eficiencia de recuperación de SST y aceites grasas.

Los resultados obtenidos serán procesados con la ayuda del software de base de datos (Excel, Minitab), los cuales se presentarán mediante cuadros estadísticos, gráficas de barras, cajas, etc. Esto permitirá responder algunos de los objetivos de la investigación. Se utilizará la matriz del autor para determinar los impactos ambientales y los beneficios resultantes.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Evaluación del Impacto Ambiental.

Esta lista es el resultado de las consultas con profesionales y personal con muchos años en el manejo de plantas pesqueras, opiniones de pobladores de los puertos pesqueros, autoridades del sector y una vasta revisión bibliográfica.

Cuadro 2.

Lista de Chequeo para Identificación de Impactos Ambientales causados por vertimiento de Agua de Bombeo al mar.

PREGUNTAS		SI	NO	REQUIERE INFORMACIÓN ADICIONAL
FÍSICO AMBIENTE	1.-Es importante contar con plantas de Tecnologías Limpias para el tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo en las fábricas de producción de harina de pescado?	X		
	2.-¿Descargara la planta en sus operaciones, cantidades considerables de agua de bombeo en el cuerpo receptor marino si no son tratadas previamente?	X		
	3.-Influyen los tipos y modelos de plantas de recuperación secundaria en el tratamiento del agua de bombeo?	X		
	4.-Contendrán las emisiones de agua de bombeo sin tratar: pH bajo y oxígeno disuelto compuestos tóxicos, residuos orgánicos (DBO ₅), ¿temperaturas altas?	X		

AMBIENTE FÍSICO	5.-Tienen relación directa las capacidades de las plantas de producción de harina de pescado con las capacidades de las plantas de recuperación secundaria?	x		
AMBIENTE BIOLÓGICO	1.-El vertimiento al mar del agua de bombeo sin tratamiento previo afectará directamente a: Las plantas y microflora acuática, las aves acuáticas, peces y crustáceos y microfauna acuática?	x		
AMBIENTE SOCIOECONÓMICO	1.-El vertimiento al mar de agua de bombeo sin tratamiento, producirá impactos en: El Paisaje natural de la Bahía Las playas y lugares turísticos de la bahía y la salud humana de la población?	x		
	2.-La implementación de plantas de agua de bombeo en las plantas de producción creará puestos de trabajo?	x		
AMBIENTE ECOLÓGICO	1.-El vertimiento al mar del agua de bombeo sin tratamiento previo provocará la eutrofización del fondo marino de la bahía afectada?	x		

Fuente: S.Artega, S. EPG.UNS.2015

Cuadro 3.

Matriz de Impactos Ambientales con Sistema Convencional.

ACCIONES		Descripción	A. TRATAMIENTO DE AGUA DE BOMBEO CON SISTEMA TRADICIONAL														
			ELEMENTOS AMBIENTALES		a) Vertimiento del Agua de Bombeo no tratada	b) Vertimiento de sólidos orgánicos producto de la limpieza del sistema	c) Vertimiento de productos químicos de la limpieza del sistema	d) Derrame de Agua de Bombeo en Tratamiento físico del agua de bombeo	e) Operación y Mantenimiento del Sistema	e) Vertimiento del cambio de agua (blanca y roja entre descargas)	IMPACTOS NEGATIVOS	IMPACTOS POSITIVOS	TOTAL DE IMPACTOS				
CATEGORIA	DESCRIPCIÓN																
A. Características Físicoquímicas	1. Agua	a) Superficies	2	195	2	148	3	240	2	66	2	176	2	196	-13	0	-13
		b) Fondo (sedimento)	2	66	1	42	2	113	1	34	2	72	2	66	-10	0	-10
		c) Calidad	3	264	2	192	3	264	2	96	3	264	3	240	-16	0	-16
		d) Temperatura	2	94	2	64	2	110	2	86	2	94	2	86	-12	0	-12
		e) pH	2	113	2	82	3	204	2	82	2	113	2	104	-13	0	-13
B. Condiciones Biológicas	1. Flora	f) Plantas acuáticas	3	204	2	143	3	225	2	132	3	240	3	240	-16	0	-16
		g) Microflora	3	282	3	204	3	282	3	204	3	234	3	272	-18	0	-18
	2. Fauna	h) Aves	2	113	2	110	2	113	2	96	2	110	2	74	-12	0	-12
		i) Peces y Crustaceos	3	225	2	154	3	225	2	136	3	225	2	154	-15	0	-15
C. Relaciones Ecológicas		m) Eutrofización	3	240	2	94	3	204	2	76	3	210	2	110	-15	0	-15
TOTAL DE IMPACTOS NEGATIVOS			-28		-23		-30		-23		-28		-26				
TOTAL DE IMPACTOS POSITIVOS			0		0		0		0		0		0				
TOTAL DE IMPACTOS			-28		-23		-30		-23		-28		-26				-158

PONDERACION DE IMPACTOS (MAGNITUD)		
CRITERIO	CALIFICACIÓN	VALORACIÓN (IMPORTANCIA)
Nada Significativo	000 - 015	0
Poco Significativo	015 - 060	1
Significativo	060 - 200	2
Muy significativo	200 - 400	3
Crítico	400 - 500	4

La matriz de Leopold, (Cuadro 3), describe 158 impactos negativos, entre poco significativos (04), significativos (70) y muy significativos (84), que en gran parte explica la alta contaminación de las bahías donde la concentración de las plantas de harina y aceite de pescado son notables a través del tiempo (Chimbote, Callao y Pisco).

Las acciones más relevantes dado su magnitud e importancia fueron: El vertimiento del agua de bombeo directamente al mar; que produce alteraciones “muy significativas” en la calidad del agua, flora y fauna, alterando las relaciones ecológicas e impactando negativamente en todos los organismos vivos, reduciendo la biodiversidad marina. Las sustancias químicas que se utilizan para la limpieza de las plantas de tratamiento de agua de bombeo (NaOH-6%), altamente corrosivo y tóxico para los ecosistemas acuáticos y el mantenimiento - operación de planta, así como la manipulación de tanques para evitar derrames ó escapes de fluidos nocivos presentes en el procesamiento del agua de bombeo.

Cuadro 4.

Matriz de Impactos Ambientales con Tecnología Limpia. (Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote)

ACCIONES		Descripción	A. TRATAMIENTO DE AGUA DE BOMBEO CON TECNOLOGIA LIMPIA											IMPACTOS NEGATIVOS	IMPACTOS POSITIVOS	TOTAL DE IMPACTOS	
			Categoría														
ELEMENTOS AMBIENTALES																	
CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	a) Vertimiento del Agua de Bombeo Tratada	b) Vertimiento de sólidos orgánicos producto de la limpieza del sistema	c) Vertimiento de productos químicos de la limpieza del sistema	d) Derrame de Agua de Bombeo de TK Ecuallizador durante el proceso	e) Operación y Mantenimiento del Sistema	e) Vertimiento del cambio de agua (blanca y roja entre descargas)										
A. Características Físicoquímicas	1. Agua	a) Superficies	1	36	1	35	2	165	2	77	1	46	2	72	-9	0	-9
		b) Fondo (sedimento)	1	25	1	43	1	58	1	26	1	32	1	52	-6	0	-6
		c) Calidad	2	93	1	57	2	196	2	94	2	116	2	125	-11	0	-11
		d) Temperatura	1	34	1	52	1	52	1	37	1	48	1	41	-6	0	-6
		e) pH	1	40	1	48	1	56	2	66	1	55	2	66	-10	0	-10
B. Condiciones Biológicas	1. Flora	f) Plantas acuáticas	2	117	1	28	2	158	2	108	1	59	2	123	-12	0	-12
		g) Microflora	2	195	2	179	2	196	2	136	2	145	2	196	-16	0	-16
	2. Fauna	h) Aves	1	43	1	49	1	60	1	54	1	49	1	29	-6	0	-6
		i) Peces y Crustaceos	2	92	1	59	2	76	2	66	2	107	2	66	-11	0	-11
C. Relaciones Ecológicas		j) Microfauna	2	175	2	186	2	198	2	150	2	175	2	196	-12	0	-12
		m) Eutrofización	1	36	1	25	1	54	1	25	1	38	1	25	-6	0	-6
TOTAL DE IMPACTOS NEGATIVOS			-16	-13	-17	-18	-15	-18									
TOTAL DE IMPACTOS POSITIVOS			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
TOTAL DE IMPACTOS			-16	-13	-17	-18	-15	-18								-97	

PONDERACION DE IMPACTOS (MAGNITUD)		
CRITERIO	CALIFICACIÓN	VALORACIÓN(IMPORTANCIA)
Nada Significativo	000 - 015	0
Poco Significativo	015 - 060	1
Significativo	060 - 200	2
Muy significativo	200 - 400	3
Crítico	400 - 500	4

La matriz de Impacto Ambiental (Cuadro 4), describe 97 impactos negativos, 31 de importancia moderada y 66 irrelevantes. La calidad del agua, la flora y fauna siguen siendo los más impactados. El vertimiento y emisiones de estas plantas en producción, así como su operación y mantenimiento, generan impactos con calificaciones “poco significativas”, disminuyendo ostensiblemente en importancia y magnitud.

Su bajo grado de “ensuciamiento”, permiten hacer una limpieza más efectiva en periodos de dos a tres días, utilizándose mínimas concentraciones de soda hasta el 2%. Se llega a reducir los impactos negativos hasta en un (38-42) % del total (-158).

Cuadro 5. Datos de producción de harina de pescado y harina recuperada por el tratamiento Físicoquímico del Agua de Bombeo 2015 con Tecnología Limpia.

MES	MATERIA PRIMA DESCARGADA TM	HARINA PRODUCIDA TM	FACTOR DE REDUCCIÓN	RELACION AGUA:PESCADO	AGUA DE BOMBEO PROCESADA (M3)	%SST AGUA DE BOMBEO	%GRASA AGUA DE BOMBEO	%SST EFLUENTE	%GRASA EFLUENTE	HARINA RECUPERADA AB TM	ACEITE RECUPERADO TM
ABRIL	71473.13	17238.60	4.146	2.28	162958.73	4.746	0.803	0.15	0.022	939.00	276.00
MAYO	17790.32	4387.10	4.055	2.22	39494.51	4.590	1.371	0.13	0.018	1164.70	153.80
NOVIEMBRE	17922.46	3675.95	4.876	2.59	46419.17	4.360	1.244	0.10	0.011	274.70	225.00
DICIEMBRE	21855.26	5569.65	3.924	2.67	58353.53	5.010	1.018	0.09	0.012	256.60	654.80
TOTAL	129041.16	30871.30	4.180	2.92	376800.19	4.716	0.975	0.13	0.018	2635.00	1309.60

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

En este cuadro se aprecia que el rendimiento durante el 2015 fue de 23.923%. La harina y aceite recuperado del agua de bombeo alcanzó valores de 2635.00 tm y 1309.60 tm respectivamente. Con equipos y maquinarias de tecnología limpia se procesa el 100% de este efluente.

Cuadro 6. Datos de Producción de harina de pescado y harina recuperada por el Tratamiento Físicoquímico de Agua de Bombeo 2015 con Sistema Convencional.

MES	MATERIA PRIMA DESCARGADA TM	HARINA PRODUCIDA TM	FACTOR DE REDUCCIÓN	RELACION AGUA:PESCADOR	AGUA DE BOMBEO PROCESADA (M3)	%SST	%GRASA	%SST EFLUENTE	%GRASA EFLUENTE	HARINA RECUPERADA AB TM	ACEITE RECUPERADO TM
ABRIL	71473.125	15729.121	4.54	2.28	162958.73	4.746	0.803	1.904	0.254	542.30	179.42
MAYO	17790.320	3959.564	4.49	2.22	39494.51	4.590	1.371	1.245	0.325	153.00	99.89
NOVIEMBRE	17922.460	3972.176	4.51	2.59	46419.17	4.360	0.244	0.987	0.102	138.90	146.23
DICIEMBRE	21855.255	4803.353	4.55	2.67	58353.53	5.010	1.018	1.182	0.321	227.20	224.97
TOTAL	129041.160	28464.214	4.53	2.40	307225.94	4.716	0.840	1.564	0.254	1061.40	650.51

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

35% Vertido al mar.

Las plantas con sistemas estándar alcanzan un rendimiento promedio de 22.058%, Solo procesan de 60 a 65% del total del agua de bombeo, la diferencia es arrojada al mar con las consecuencias ambientales conocidas y las pérdidas económicas respectivas. La harina y aceite recuperado del agua de bombeo alcanzó valores de 1061.40 tm y 650.51 tm respectivamente.

Cuadro 7. Resultados internos de Agua de Bombeo Período 2015.

FECHA	Materia Prima Descargada TM	Agua de Bombeo - Ingreso		Efluente - Salida		
		ppm Grasa	SST ppm	ppm Grasa	ppm SST	pH
ABRIL	71473.13	8148	10924	146	684	5.3
Mayo	17790.32	15906	10091	108	766	5.6
Noviembre	17922.46	2539	9103	419	540	5.5
Diciembre	21855.26	11846	9718	105	526	5.6
TOTAL	129041.16	9609.76	9959	194	629	5.5

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

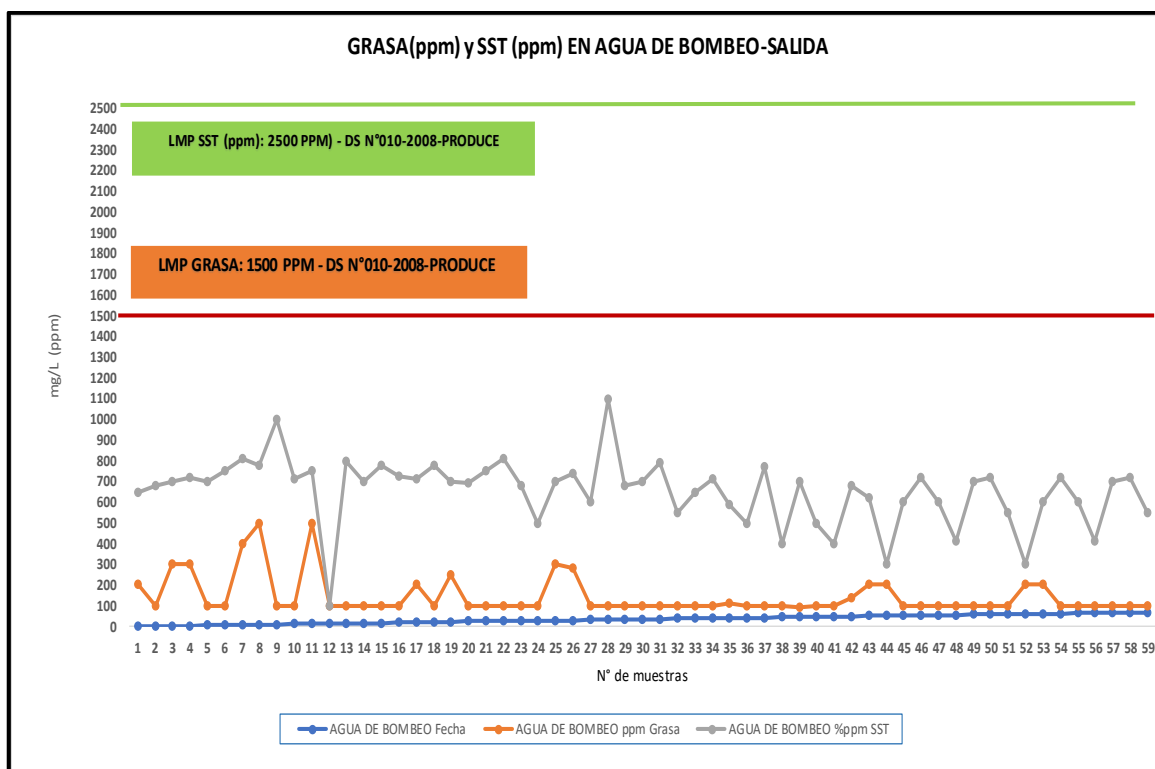


Gráfico 11. Contenido de Grasa y SST en Agua de Bombeo salida del tratamiento, año 2015. Resultados internos, laboratorio planta Chimbote.

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

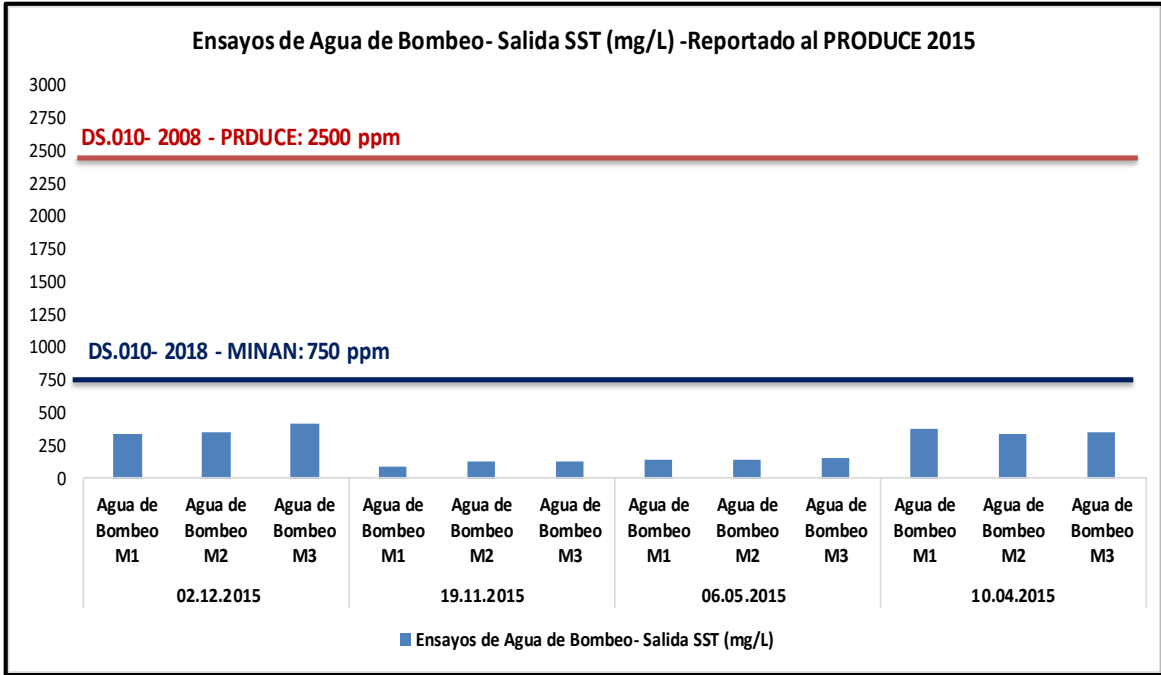


Gráfico 12. Contenido de Sólidos Totales en Suspensión del Agua de Bombeo, salida del tratamiento, año 2015. Certificaciones del Perú S.A. (CERPER).

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

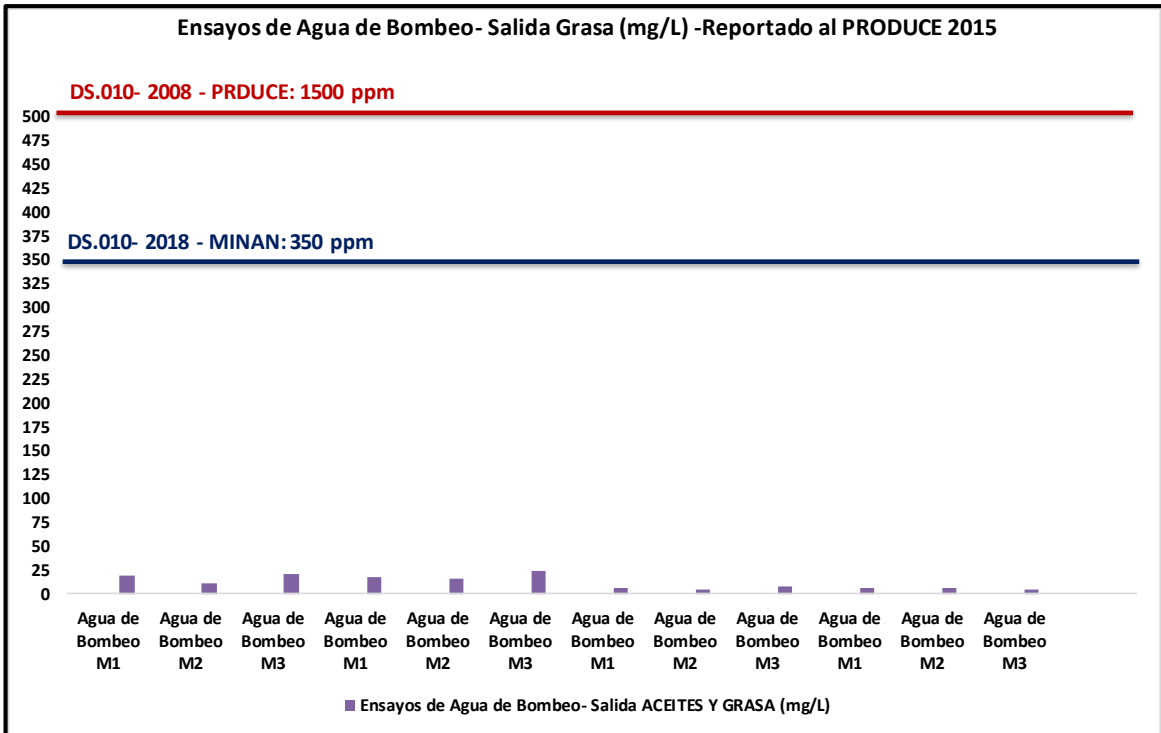


Gráfico 13. Contenido de Aceites y Grasas del Agua de Bombeo, salida del tratamiento, año 2015. Certificaciones del Perú S.A. (CERPER).

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

Beneficios Económicos generados por el tratamiento fisicoquímico del Agua de Bombeo año 2015, fábrica de Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote.

El no tratamiento del agua de bombeo y su aprovechamiento en el rendimiento de las plantas de producción ha generado durante el periodo del presente estudio, pérdidas materiales y económicas en el empresariado y comunidad del sector pesquero. La pérdida de los sólidos totales del pescado como harina presente en el agua de bombeo y el deterioro ambiental causado por los impactos producidos han mermado las utilidades del sector y ha disminuido la calidad de vida en importantes bahías donde se desarrolla la actividad.

Los cuadros 9 y 10 reflejan la gran diferencia en producción y precios entre las plantas implementadas con maquinarias y equipos de tecnología limpia y las que mantienen la condición de convencional. Así; la diferencia por ingresos de una planta con tecnología limpia supera en \$ 1449,878 en harina y \$ 843,366 en aceite esto debido a las diferencias de precios y por el mejor posicionamiento de la empresa en el mercado.

En el ambiente financiero tiene un plus por inversión en tecnologías sostenibles, amigables con la conservación de los recursos, calidad y seguridad de estos.

Cuadro 9. Beneficios Económicos del Tratamiento Fisicoquímico del Agua de Bombeo con el Sistema Tecnología Limpia.

MES	HARINA RECUPERADA TM	ACEITE RECUPERADO TM	PRECIO MERCADO USD/TM HARINA	PRECIO MERCADO USD/TM ACEITE PAMA
ABRIL	939.0	276.0	751200.0	342277.2
MAYO	1164.7	153.8	931736.8	190749.2
NOVIEMBRE	274.7	225.0	219727.6	278962.8
DICIEMBRE	256.6	654.8	205281.6	811989.2
TOTAL	2634.9	1309.7	2107946.0	1623978.4

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

Cuadro 10. Beneficios del Tratamiento Físicoquímico del Agua de Bombeo con el Sistema Convencional.

MES	HARINA RECUPERADA TM	ACEITE RECUPERADO TM	PRECIO MERCADO USD/TM HARINA	PRECIO MERCADO USD/TM ACEITE PAMA
ABRIL	542.3	179.4	336198.1	215304.0
MAYO	153.0	99.9	94876.7	119868.0
NOVIEMBRE	138.9	146.2	86126.7	175476.0
DICIEMBRE	227.2	225.0	140867.1	269964.0
TOTAL	1061.4	650.5	658068.6	780612.0

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

4.2. DISCUSIÓN.

- Las plantas de harina y aceite de pescado que emplean el tratamiento físicoquímico en sistemas convencionales alcanzan a tratar el agua de bombeo en su primera fase: recuperación de sólidos y recuperación de espuma grasa. Las que emplean equipos de producción limpia tratan el agua de bombeo en sus dos fases: recuperación primaria primera etapa (sólidos > 1 mm filtrados), recuperación primaria segunda etapa, (recuperación de espumas) y la recuperación secundaria, (recuperación de sólidos), lo que permite una recuperación hasta de 6.31% de SST y 20.19% aceites y grasas.
- Guarda relación con lo expresado por (Burgos, 2014, p. 51, 97), quien sostiene que en el Perú existen diferentes métodos para una recuperación de aceite y sólidos del agua de bombeo y que el tratamiento de dos fases con equipos similares le permite llegar a una recuperación del 15% y el 5% respectivamente.

- (Quevedo, 2016, p.17) señala que la eficiencia de recuperación de su fábrica es 97% aceites y grasas y 91.7% en SST; mientras que Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote, obtiene 98% en aceites y grasas y 94% en SST.
- (Paredes, 2005, p. 1,2) sostiene que los valores de eficiencia y recuperación en el agua de bombeo están en función de: la calidad de la materia recibida, del sistema de descarga de la fábrica, de la operatividad de sus equipos básicos, (mangerson de succión, equipo de vacío, bomba de descarga, tubería de descarga; altura, codos y pendientes); equipos que tienden a destrozar el pescado.
- (Metcalf & Eddy Inc. 1995, p.507-556), en su proyecto de instalaciones para el tratamiento físico y químico del agua residual, detalla equipos y procesos similares a los utilizados en la recuperación de SST, aceites y grasas del agua de bombeo en las fábricas de harina de pescado. Estos mismos diseños son utilizados en la potabilización de agua, en el tratamiento de aguas residuales de las minas, entre otros.
- De los valores obtenidos para los efluentes se puede apreciar que:

Antes de la aplicación de la nueva tecnología limpia.

Aceites y Grasas

La mayoría de los resultados están muy por encima del LMP de 1500 mg/L que establece el D.S. N° 010–2008–PRODUCE, esto se puede apreciar en el Cuadro 7. Se observó un valor máximo de 15906 ppm en el mes de mayo del 2015 y un valor mínimo de 2539 ppm en el mes de noviembre del 2015.

SST (Sólidos Suspendidos Totales)

Para el caso de los SST la mayoría están muy por encima del LMP de 2500 mg/L que establece el D.S. N° 010–2008–PRODUCE, esto se puede apreciar en el Cuadro 7 donde se observó un valor máximo de 10924 ppm en el mes de abril del 2015 y un valor mínimo de 9103 ppm en el mes de mayo del 2015.

pH

Para el caso del pH todos están dentro del rango del LMP de 5 a 9 que establece el D.S. N° 010 – 2008 – PRODUCE, esto se puede apreciar en el Cuadro 7. Se observó un valor máximo de pH de 5.60 en el mes de diciembre del 2015 y un valor mínimo de 5.30 en el mes de abril del mismo año.

El Cuadro 7. Corresponde a los resultados reportados por el laboratorio de la planta Tecnológica de Alimentos S.A.

Después de la aplicación de la nueva tecnología limpia.

Aceites y Grasas

En el Gráfico 13 donde se grafican los promedios mensuales de producción 2015, ver Cuadro 8. (Anexo 7), el efecto observado con la aplicación de nuevas tecnologías, como los procesos químicos de coagulación y floculación, fue que se logró disminuir los valores de aceites y grasas de tal manera que se encuentran muy por debajo del LMP de 1500 mg/l que establece el D.S. N° 010 – 2008–PRODUCE.

Se puede apreciar un valor máximo de 23.4 mg/l en el mes de noviembre del 2015 y un valor mínimo de 4.87 mg/l en el mes de mayo del 2015.

SST (Sólidos Suspendidos Totales)

Esto se puede apreciar en Gráfico 12 donde se grafican los promedios mensuales de producción 2015, Cuadro 8. (Anexo 7), en forma similar se logró disminuir los valores de los SST de tal manera que se encuentran muy por debajo del LMP de 2500 mg/L que establece el D.S. N° 010–2008–PRODUCE.

Se puede apreciar un valor máximo de 420.4 mg/L en el mes de diciembre del 2015 y un valor mínimo de 81.9 mg/L en el mes de noviembre del mismo año.

pH

Se apreció un valor máximo de pH: 5.60 en el mes de diciembre del 2015 y un valor mínimo pH: 5.49 en el mes de noviembre del mismo año, según el laboratorio de planta. Cuadro 7

CERPER S.A. reportó como valor máximo un pH: 6.17 en el mes de abril del 2015 y su mínimo pH: 5.15 en mayo del 2015.

Los Gráfico 12, Gráfico 13 y el Cuadro 8 (Anexo 7) fueron elaborados por la certificadora CERPER.S.A. Chimbote.

- En el año 2015 se estimó el uso promedio de 2.92 tm de agua de bombeo por Tm de pescado descargado con concentraciones de 0.97 % de aceite y 4.72% de sólidos totales, para 129,041.17 de tm de pescado desembarcadas se han recuperado 2635.00 tm de proteínas solubles y no soluble y 1309.66 tm de aceite que representan aproximadamente 3731,924.4 millones de dólares en utilidades.
- Según el Proyecto Paracas señalado en la Guía Actualizada del Plan de Manejo Ambiental (LMP) D.S. N° 010 – 2008. PRODUCE los valores alcanzados por la planta Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote, se relacionan estrechamente a los previstos en la guía; ver (Cuadros N° 9 y N° 10).
- Estudios similares realizado en otra empresa pesquera por, Quevedo, H. (2016). comprobó satisfactoriamente la reducción de los impactos y la recuperación de harina y aceite, resultados similares al obtenido por Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES.

1. La planta Tecnológica de los Alimentos S.A. Chimbote en el año 2015, mediante el tratamiento fisicoquímico del agua de bombeo y la utilización de sistemas, equipos y materiales de nuevas tecnologías en su proceso productivo, logró mejorar las características de su efluente, reduciendo la carga orgánica vertida a la bahía de Ferroles
2. El desarrollo de la matriz de Leopold para el año 2015 presentó 97 impactos negativos, 31 de importancia moderada y 66 irrelevantes; y de magnitud “poco significativos” y “significativos”; concentrándose sobre las acciones de vertimientos de agua de bombeo, de sustancias químicas para limpieza y la operatividad y mantenimiento. Los impactos ambientales se logran reducir significativamente hasta en un 38% – 42% del total (- 158).
3. El efecto de la aplicación de nuevas tecnologías en el tratamiento del agua de bombeo ha permitido disminuir notablemente los valores de los SST y aceites – grasas y controlar el pH en el efluente tratado; logrando cumplir fácilmente con los LMP (Límites máximos permisibles) del DS N° 010–2008–PRODUCE. El valor promedio de SST fue de 245.7 mg/L y para los aceites - grasas 11.8 mg/L. Se han mantenido los valores de pH entre 5 – 9.
4. Para el caso de los aceites y grasas y SST, se ha logrado una eficiencia de recuperación del 98% y 94% respectivamente, comparando ambas tecnologías, antes y después de la aplicación de procesos químicos de coagulación y floculación.
5. Con la implementación de plantas de tratamiento de agua de bombeo con tecnología limpia se mejoró el rendimiento de la planta a 23.923%,

que, comparándola con una planta estándar convencional, cuyo rendimiento bordeó el 22.06% se mejoró el factor de reducción de 4.576 tm pescado/tm harina a 4.18 tm pescado/tm harina.

6. Los beneficios económicos durante el periodo de estudio, año 2015, fueron de \$ 2'107,386 correspondiente a 2634.233 tm de harina de pescado tipo estándar a \$ 800.00/tm y \$ 1623.979 por 1309.660 tm de aceite a \$ 1240.00/tm. Esto implica la pérdida cuantiosa en divisas por exportaciones no tradicionales que el país deja de percibir por su no tratamiento en las plantas de harina estándar.

7. En los Gráficos 12 y 13, elaborado por la empresa Certificaciones del Perú S.A. CERPER S.A. se observó que la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote, cumple con los nuevos Límites Máximos Permisibles, referenciados en el D.S. N° 010 – 2018–MINAN, Aceites y grasas: 350 ppm, Sólidos suspendidos totales: 700 ppm y pH: 5 – 9.

5.2. RECOMENDACIONES.

1. Hacer cumplir el Decreto Supremo 010-2018- MINAN, el cual establece los Límites Máximos Permisibles en la industria de harina y aceite de pescado: Aceites y grasas – 350 ppm, Sólidos suspendidos totales – 700 ppm.
2. Las fábricas de producción de harina y aceite de pescado deben contar con plantas de tratamiento fisicoquímico de agua de bombeo, mejorados con equipos, maquinarias e insumos de tecnología limpia de acuerdo con su capacidad instalada real de producción.
3. Trabajando con plantas de tratamiento de agua de bombeo con tecnología limpia, se mejora el ratio de factor de reducción pescado/harina, se eleva rendimientos en la producción y disminuye los costos operativos, dependiendo de la cantidad de los sólidos contenidos en el agua de bombeo, el aporte con respecto a la harina de producción representa hasta el 10% de la producción de harina.
4. Guiar al empresariado hacia la cultura de la ecoeficiencia, donde la visión central se resume en: “producir más con menos”, utilizando menos pescado, menos energía en el proceso productivo, reducir los vertimientos y derrames de agua de bombeo, atenuar la contaminación lo cual es definitivamente positivo para el ambiente, resultando a la vez beneficioso para la empresa porque sus costos de producción y operación disminuyen

BIBLIOGRAFÍA.

1. APHA. (1992) *Métodos Normalizadores para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Edit. Días de Santos S.A. Madrid. España.
2. ALCAYHUAMÁN, R., YAYA, R. (1997). *Impacto ambiental y reutilización de residuos en la industria de harina de pescado*. Tesis Ing. Sanit. Univ. Nac. Ingeniería. Lima, Perú 115p.
3. BAYLY, W. (2000) *La Situación de las Empresas Pesqueras*. Banco de Crédito del Perú.
4. BERNAL, R. (1974) *Evaluación Bacteriológica y Bioquímica en las Aguas y Principales Especies Marinas del Litoral Peruano*. Rev. Documentada N° 43 y 44. Ministerio de Pesquería. Lima Perú.
5. BOCANEGRA, C. (1998). *Contaminación del Litoral Marino*. Ediciones. Escuela de Post. Grado de la U.N.T. Trujillo, Perú.
6. BUENDIA, L. (1998). *Métodos de Investigación en Psicopedagogía*. Edit. Mc Graw-Hill/Interamericana de España.
7. BURGOS, C. (2014). *Tratamiento del Agua de Bombeo para la recuperación de aceites y sólidos en la empresa pesquera Tecnológica de Alimentos S.A. 2014*. Universidad Nacional del Santa. 201 p.
8. DIARIO EL PERUANO,(1983) *Ley general de Aguas Modificadas D.S, N° 007-83-S.A.*
9. DIARIO EL PERUANO, (1992) *Comité Privatización – PESCA PERU*.
10. CABRERA, C. (2002). *Estudio de la Contaminación de las Aguas Costeras en la Bahía de Chancay: Propuesta de Recuperación*. Tesis para optar el grado académico de Magíster en Geografía con mención en Ordenamiento y Gestión Ambiental. Universidad Mayor de San Marcos Lima Perú.

11. CABRERA, C. (2002). *Contaminación de las aguas costeras de la Bahía de Chancay y propuesta de recuperación* Tesis Magister Geog. FIGMMG – UNMSM. Lima, Perú 177p.
12. CENTURION, GANOZA, TORRES, (2007). *Propuesta de Mejora en el Control de Efluentes de una Planta Pesquera*. Universidad Peruana de ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
13. CONESA, V. (2010). *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*. ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 4ta edición.
14. RAVELLO, R. (2001). *Sistema de Gestión Ambiental para minimizar la contaminación de los efluentes líquidos de la empresa Sipesa, Chicama Julio 1999 – Enero 2001*. Escuela Post Grado de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
15. IMARPE 2002, “*Gráfico de la Pesca en el Perú desde 1950-2002*”. Callao, Perú.
16. PAREDES, V. (2005). *Impactos Ambientales y Económicos Generados por el Tratamiento de Agua de Cola de las Fábricas de Harina y Aceite de Pescado del Perú en el Ambiente Marino, Años 1950-2002*. Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
17. SANCHEZ DE BENITEZ, G. (2004). *Se buscan Mares y Océanos ¿Vivos o Muertos? Unidad de Monitores y Gestión Costera – IMARPE*.
18. GARCIA, P. (2012). *Impacto Ambiental Durante El Proceso de Producción de La Harina de Pescado*.
19. GISMONDI, M. (2012, 19 de julio). *Chimboteenlinea.com*. Recuperado de <http://www.chimbotenlinea.com/empresas/08/04/2013/tasa->
20. GLOSARIO OEFA, 2013

21. Guillén O. Cárcamo E. Arévalo W. e Iglesias S. ,(2010) *Monitoreo e Impacto Ambiental de la Contaminación de la Bahía del Ferrol*. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.
22. *Guía para la Actualización del Plan de Manejo Ambiental para que los Titulares de los Establecimientos Industriales Pesqueros Alcancen el Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) Aprobados por Decreto Supremo N° 010- 2008-Produce*. Lima, Perú.
23. DIARIO EL PERUANO, (2008) *Límites Máximos Permisibles (LMP) para la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias* -Lima.
24. DIARIO EL PERUANO, (2018) *Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias* -Lima D.S. 010 – 2018 – MINAN
25. Dirección Nacional de Medio Ambiente de Pesquería (DINAMA PESQUERA). (2004). *Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para la Industria de Harina y Aceite de Pescado*.
26. Ministerio de Pesquería. (2008). *Aprueban normas complementarias para la aplicación del Título VIII del reglamento de la ley general de pesca relativas a la protección del medio ambiente* R.M. N° 208-96-PE.
27. Ministerio de la Producción. (2009). *Guía para la actualización del plan de manejo ambiental para que los titulares de los establecimientos industriales pesqueros alcancen el cumplimiento de los LMP*.
28. Puertas, V. (2013). *Contaminación ambiental*. Recuperado de <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Contaminaci%C3%B3n-Ambiental/1319185.html>

29. RONDÓN, J. (2009). *Calidad de Recepción de Materia Prima y Aumento de Eficiencia en Recuperación de Aceite A partir del Agua de Bombeo en una Planta Pesquera.*
30. RIGOLA, M. (2001). Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso residuales (Vol.27). Barcelona, España.
31. SABATER, S. (2009). Concepto y Técnicas en Ecología Fluvial (Fundación BBVA). Ed. Madrid.
32. TRESIERRA, A.A. (2010). *Metodología de la Investigación Científica.* Edit. Biociencia. Trujillo, Perú. 165 p.
33. OLIVARES, C. (2012). *Disminución de la Concentración de Sólidos Totales Suspendidos y Grasas contenidas en el Agua de Bombeo en la Empresa Austral Group S.A.A. mediante flotación con nanoburbujas.* Escuela Profesional de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
34. QUEVEDO, H. (2016). *“Efecto de la aplicación de nuevas tecnologías en el Tratamiento de las Aguas de Bombeo, sobre la calidad de los efluentes de la Empresa Pesquera Pelayo S.A C de harina y aceite de pescado de puerto Supe.”* EPG. Universidad Nacional de Trujillo. 80 p.
35. MECALF& Eddy Inc.(1995). *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización.* Tercera Ed. McGraw-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA. Vol II. p.507-556.

ANEXOS

Anexo 1.

Valoración Cualitativa de la Importancia de los Impactos.

$$I = +- (3I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSION (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Local	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Corto plazo	4
Total	8	Inmediato	4
Crítica	(+4)	Crítico	(+4)
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI) (Regularidad de manifestación)		ACUMULACION (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo	1	simple	1
Sinérgico	2	acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFEECTO (EF) (Relación causa – efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o periódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable de manera inmediata	1	$I = +- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Conesa, V. (2010) Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental.

Anexo 2.

Composición química de la anchoveta (*Engraulis ringens*)

Componentes	Anchoveta
Humedad, g	65-79
Grasa, g	3-10
Proteína total, g	18-19
Sales minerales, g	1.2
Carbohidratos, g	0.7
Calorías	185

Fuente: Paredes, V. (2000).

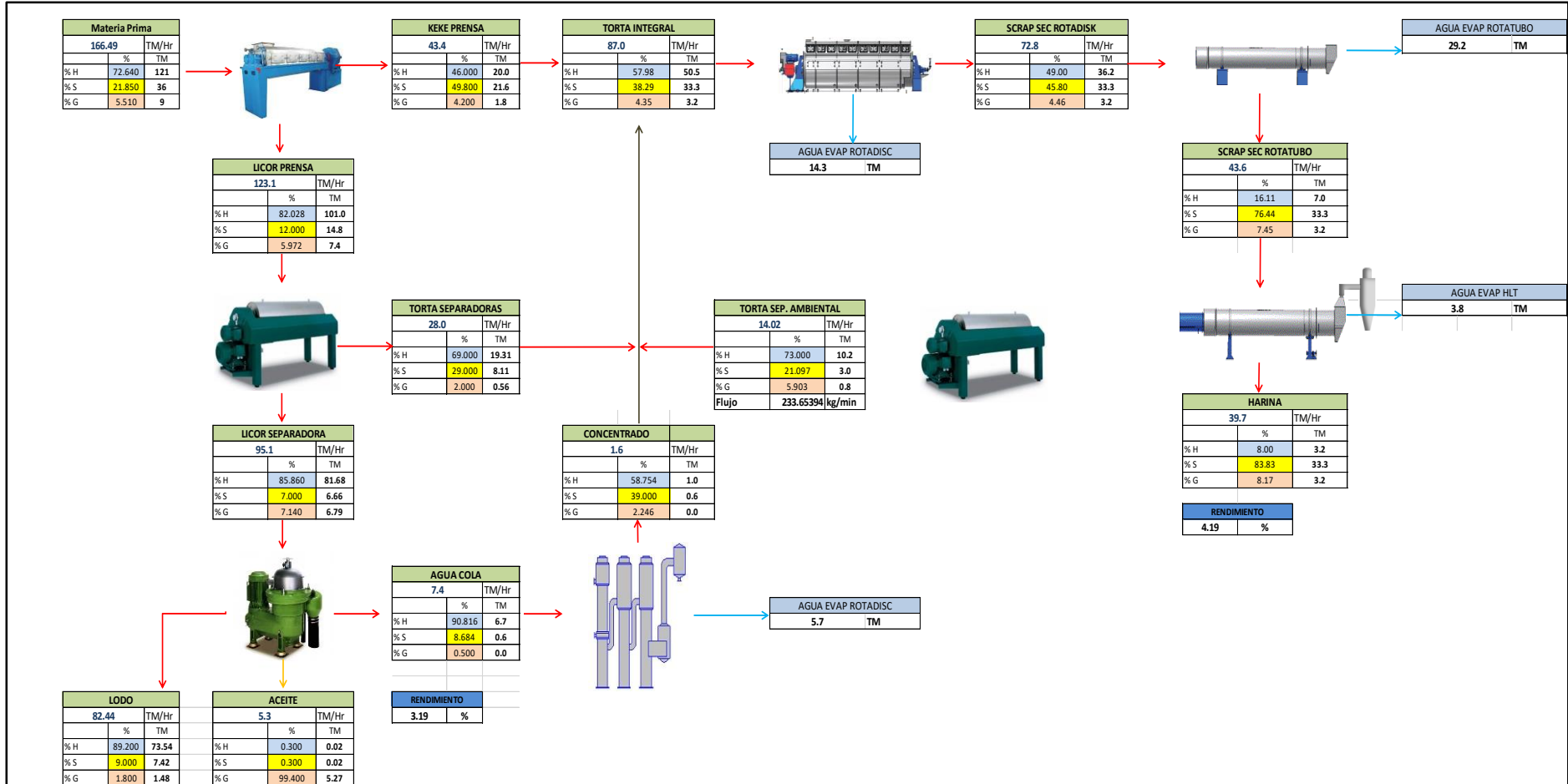
Anexo 3.

Características fisicoquímicas del Agua de Bombeo

Parámetro	Valores	
Sólidos Totales	32-79 g/L	4.8%
Grasa	0.16-7.5 g/L	1.0%
Proteína Total	NR	1.00%
Proteínas Solubles	0.3-7.50 g/L	NR
Ceniza	NR	1.40%
DBO ₅	NR	4600 ppm
DQO	490-12600ppm	35200 ppm
Ph	NR	6.2
Fuente	Mari <i>et al.</i> ,(1994)	Abuet <i>al.</i> .(1984), citados por Del Valle <i>et al.</i> ,(1990)

Castro, R. (2004). NR: No hay referencia.

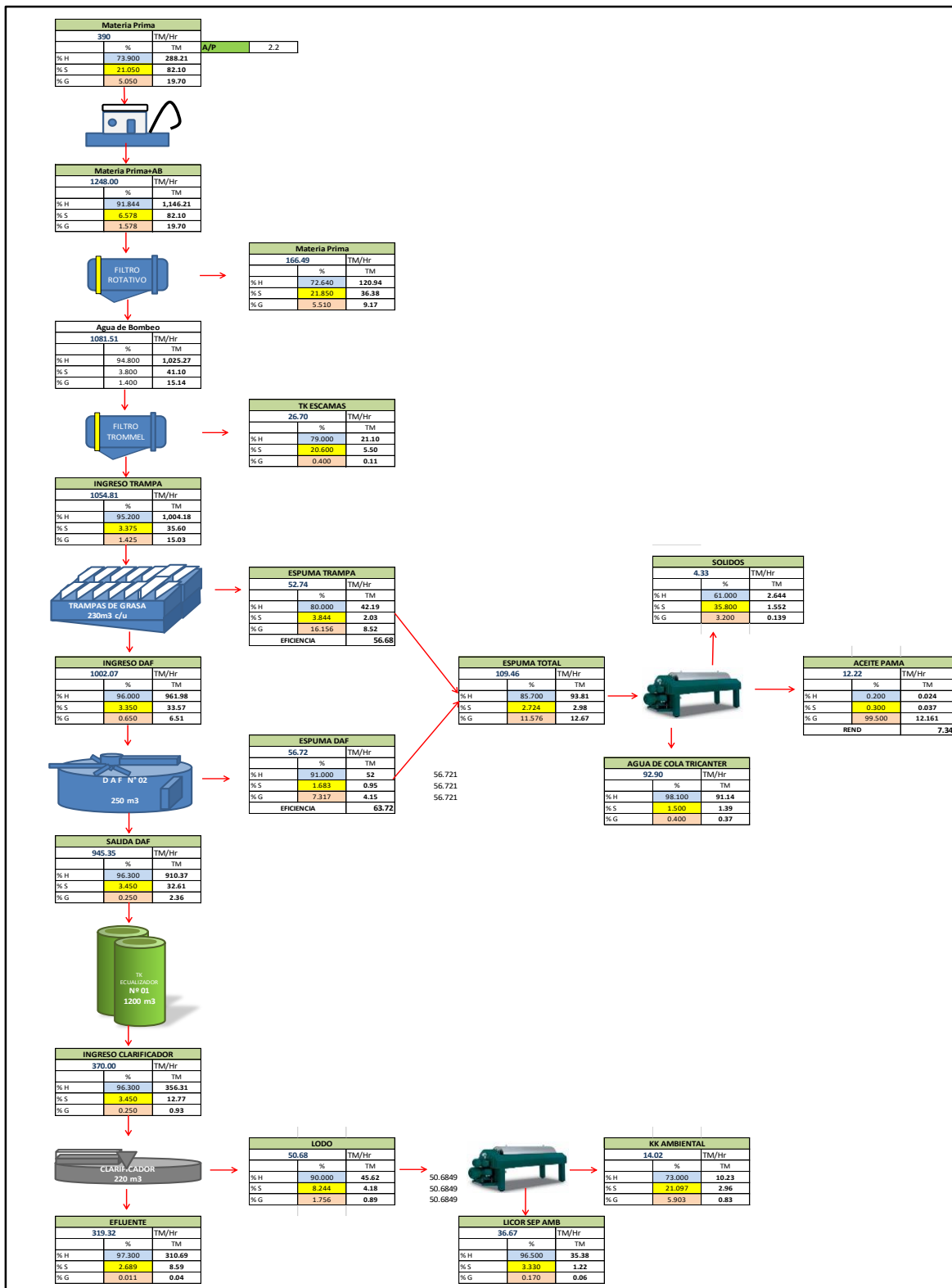
Anexo 4.



Balace de Materia 2015 – Planta Chimbote.

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A Planta Chimbote

Anexo 5.



Balace de recuperación de sólidos y grasas en el Agua de Bombeo.

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

Anexo 6.

Resultados de Laboratorio Interno Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote.

FECHA	Materia Prima Descargada TM	AGUA DE BOMBEO INGRESO				AGUA DE BOMBEO SALIDA -EFLUENTE				
		%Grasa	ppm Grasa	%ST	SST ppm	%Grasa	ppm Grasa	%ST	%ppm SST	pH
03/04/2015	787.83	0.73	7300	5.18	16800	0.02	200	0.065	650	5.3
04/04/2015	1574.215	0.9	9000	4.48	9800	0.01	100	0.088	680	5.8
05/04/2015	950.83	0.92	9200	4.16	6600	0.03	300	0.07	700	5.4
06/04/2015	1844.625	0.98	9800	4.94	14400	0.03	300	0.072	720	6
09/04/2015	2098.545	0.35	3500	4.58	10800			0.08	800	5.7
10/04/2015	4093.4	0.6	6000	4.85	13500	0.01	100	0.07	700	5.2
12/04/2015	3294.275	0.48	4800	4.86	13600	0.01	100	0.075	750	6.2
13/04/2015	4112.12	0.84	8400	4.94	14400	0.04	400	0.081	810	5.3
14/04/2015	3784.75	1.35	13500	4.35	8500	0.05	500	0.078	780	5
15/04/2015	4163.99	1	10000	4.54	10400	0.01	100	0.1	1000	6.1
16/04/2015	4361.19	0.8	8000	4.89	13900			0.072	720	5.7
17/04/2015	4333.12	0.95	9500	5.1	16000	0.01	100	0.0711	711	6.1
18/04/2015	3706.78	0.73	7300	5.12	16200	0.05	500	0.075	750	5.8
19/04/2015	4088.995	0.86	8600	4.12	6200	0.01	100	0.01	100	5.5
20/04/2015	2503.03	0.9	9000	4.29	7900	0.01	100	0.08	800	5.4
21/04/2015	3532.905	1	10000	4.54	10400	0.01	100	0.07	700	5.5
22/04/2015	4480.45	1	10000	4.51	10100	0.01	100	0.078	780	5.6
23/04/2015	4108.025	0.95	9500	4.54	10400			0.08	680	5.4
24/04/2015	1279.095	0.62	6200	4.29	7900			0.08	712	5
25/04/2015	3226.295	0.93	9300	4.54	10400			0.0818	723	5.7
26/04/2015	2134.625	0.66	6600	4.31	8100	0.02	200	0.0713	713	5.4
27/04/2015	3218.66	0.76	7600	4.56	10600	0.01	100	0.18	780	5.3
28/04/2015	348.805	0.67	6700	4.8	13000	0.025	250	0.12	700	5.8
29/04/2015	235.655	0.78	7800	4.53	10300	0.01	100	0.11	690	5.7
05/05/2015	359.295	1	10000	4.53	10300	0.01	100	0.075	750	5.2
06/05/2015	2890.485	1.88	18800	4.61	11100	0.01	100	0.14	810	6
07/05/2015	1868.23	1.12	11200	4.71	12100	0.01	100	0.14	680	5.8
08/05/2015	2189.37	1.76	17600	4.49	9900	0.01	100	0.01	500	5.2
09/05/2015	51.99	1.8	18000	4.52	10200	0.03	300	0.07	700	5.7
14/05/2015	787.35	0.66	8600	4.38	8800	0.028	280	0.074	740	5
16/05/2015	538.61	1.1	11000	4.3	8000	0.01	100	0.06	600	5.3
17/05/2015	3475.155	1.93	19300	4.59	10900	0.01	100	0.11	1100	5.9
18/05/2015	2997.85	1.55	15500	4.53	10300	0.01	100	0.098	680	5.1
19/05/2015	79.255	0.8	8000	4.52	10200			0.086	860	6.2
20/05/2015	2552.73	1.48	14800	4.21	7100	0.01	100	0.07	700	5.6
17/11/2015	1019.29	0.25	2500	4.2	7000	0.01	100	0.079	790	5.1
18/11/2015	413.285	0.2	2000	4.1	6000			0.055	550	5.8
19/11/2015	2828.815	0.24	2400	4.59	10900	0.01	100	0.065	650	5.5
20/11/2015	1860.22	0.2	2000	4.02	5200			0.0711	711	5
21/11/2015	1841.46	0.33	3300	4.54	10400	0.011	110	0.0588	588	5.4
22/11/2015	1499.66	0.23	2300	4.91	14100			0.065	650	5.8
23/11/2015	2221.695	0.25	2500	4.3	8000	0.01	100	0.05	500	6.1
24/11/2015	740.385	0.23	2300	4.36	8600	0.01	100	0.077	770	5.3
25/11/2015	2167.985	0.3	3000	4.44	9400	0.015	150			5.4
26/11/2015	1517.02	0.35	3500	4.48	9800	0.01	100	0.04	400	5.7
27/11/2015	1193.27	0.15	1500	4.39	8900	0.009	90	0.07	700	5.1
28/11/2015	619.375	0.2	2000	3.94	4400	0.01	100	0.05	500	5.4
01/12/2015	210.71	0.3	3000	3.95	4500	0.01	100	0.04	400	6.3
02/12/2015	1329.63	0.53	5300	4.31	8100	0.014	140	0.068	680	6.3
03/12/2015	1682.715	0.13	1300	4.36	8600	0.02	200	0.062	620	5.9
04/12/2015	2227.415	0.15	1500	4.9	14000					
05/12/2015	3325.070	1.58	15800	4.40	9000	0.02	200	0.0300	300	5.3
06/12/2015	2097.405	1.58	15800	4.02	5200			0.0600	600	5.1
09/12/2015	1199.060	2.4	24000	4.45	9500	0.010	100	0.0720	720	5.4
10/12/2015	706.335	1.22	12200	4.61	11100	0.010	100	0.0600	600	5.2
11/12/2015	365.065	0.4	4000	3.80	3000	0.010	100	0.0410	410	5.5
14/12/2015	3342.175	1.06	10600	4.16	6600	0.010	100	0.0700	700	5.7
15/12/2015	3511.705	2.07	20700	4.96	14600	0.010	100	0.0720	720	5.8
18/12/2015	1629.140	0.8	8000	4.76	12600	0.010	100	0.0550	550	5.2

Anexo 7.

**Cuadro 8. Resultados externos; Agua de Bombeo año 2015.
(CERPER S.A.)**

Mes de Monitoreo	PUNTOS DE MUESTREO	Ensayos de Agua de Bombeo- Salida				
		SST (mg/L)	ACEITES Y GRASA (mg/L)	DBO (mg/L)	pH	T (°C)
FECHA DE MUESTREO: 02.12.2015 INFORME DE ENSAYO CERPER N° 3-13534/15	Agua de Bombeo M1	332	19	4252	5.3	25
	Agua de Bombeo M2	352	11	4225	5.37	24.7
	Agua de Bombeo M3	420.4	20	3959	5.35	24.9
FECHA DE MUESTREO: 19.11.2015 INFORME DE ENSAYO CERPER N° 3-12956/15	Agua de Bombeo M1	81.9	18	2700	5.76	23.9
	Agua de Bombeo M2	121.3	15.5	2100	5.77	23.6
	Agua de Bombeo M3	129.6	23.4	2700	5.75	23.4
FECHA DE MUESTREO: 06.05.2015 INFORME DE ENSAYO CERPER N° 3-04375/15	Agua de Bombeo M1	138	5.42	3250	5.2	23.1
	Agua de Bombeo M2	144	4.87	3350	5.15	23.5
	Agua de Bombeo M3	158	7.16	3300	5.17	23
FECHA DE MUESTREO: 10.04.2015 INFORME DE ENSAYO CERPER N° 3-03543/15	Agua de Bombeo M1	381	5.69	1088	6.17	22.1
	Agua de Bombeo M2	339	6	1131	6.1	22.2
	Agua de Bombeo M3	351	5.15	1131	6.14	22.1
		245.7	11.8	2765.5	5.6	23.5

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote.

Anexo 8.

Métodos de análisis del laboratorio.

Material de Estudio:

Las muestras de agua de bombeo fueron analizadas en el laboratorio de calidad de la fábrica de Tecnológica de Alimentos S.A. Chimbote, ubicada en el 27 de Octubre.

❖ Determinación de sólidos totales suspendidos, (SST): Protocolo de Efluentes y CMR-2002.

Equipos, Materiales y reactivos.

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

Procedimiento Analítico.

- Lavar el filtro sucesivamente con tres porciones de 20 mL de agua bidestilada o equivalente, utilizando la bomba de vacío.
- Retirar el papel de filtro y llevarlo a sequedad en la estufa a una temperatura de 103-105°C por una hora; enfriar en el desecador. Registrar peso (B).
- Tomar volúmenes de muestra en una probeta, cuyos rangos pueden variar de acuerdo con su concentración y facilidades de filtración. Se recomienda de 5 a 20 ml para agua de bombeo.
- Para otros efluentes, filtrar volumen mayor a 25 ml.

- Homogenizar la solución y vaciarla en el embudo que contiene el filtro previamente preparado, y filtrar con la ayuda de la bomba de vacío (8-10 pulg. Hg).
- Debe tratarse de distribuir la muestra en todo el filtro, esto se puede conseguir usando una bagueta para discurrir por ella la muestra.
- La probeta usada debe ser enjuagada con agua bidestilada o similar para asegurarse de arrastrar todos los sólidos.
- Retirar el papel filtro conteniendo la muestra filtrada y llevarlo a sequedad en la estufa a una temperatura de 103-105°C hasta peso constante. Enfriar en el desecador. Registrar peso (A).

Cálculos:

La concentración de sólidos suspendidos totales se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{SST (ppm)} = ((A-B) \times 10^6) / V$$

Donde:

SST = Sólidos suspendidos totales (mg.L).

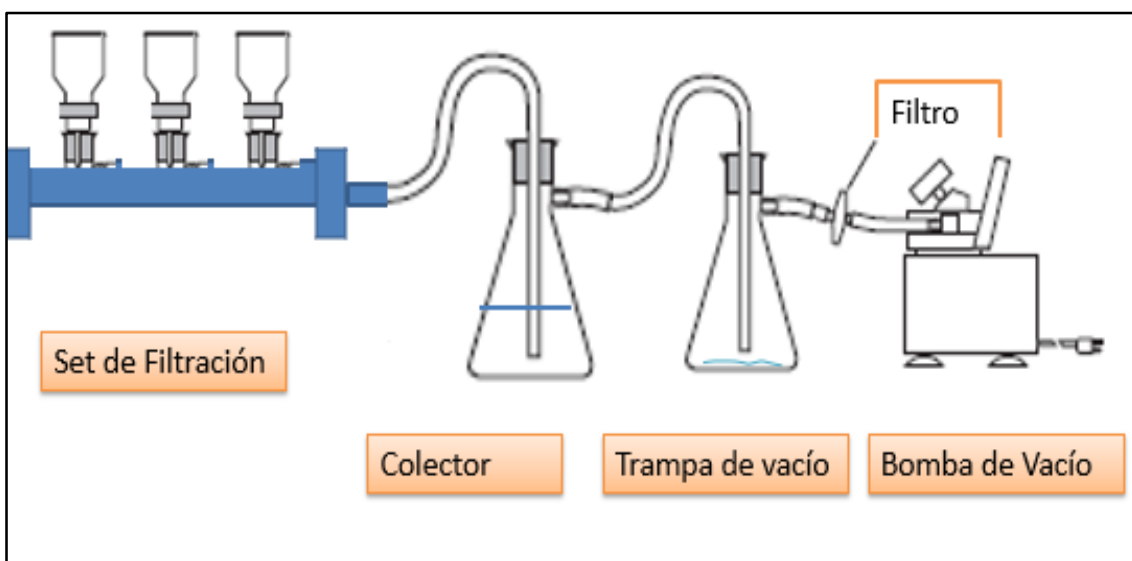
A = Peso de placa Petri + papel filtro + residuo (g).

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

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

1 000 000 = Factor de conversión de miligramos por litro

Equipo de Filtración:



Anexo 9.

❖ Determinación de aceites y grasas - Extracción Soxhlet.

Equipos, Materiales y reactivos.

- Desecador, con indicador de humedad.
- Estufa 103°C-105°C
- Sistema de Extracción Soxhlet-Modelo Buchi
- Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg
- Termo agitador
- Baño María
- Papel Filtro Whatman 42
- Papel de Aluminio
- Placas Petri
- Pinzas, bagueta
- Vaso Gerhardt

Reactivos:

- Hexano
- Ácido Clorhídrico P.A 1.1

Procedimiento Analítico.

- A temperar la muestra en baño maría a 40°C y homogenizar, verte un volumen de 100 ml en placas Petri revestida desde el interior con papel de aluminio y sobre este el papel de filtro Whatman, someterlo a sequedad (40°C) aproximadamente 12 horas hasta la formación de una capa seca.
- Luego del secado, separar el papel filtro que contienen la muestra y envolver con otro papel formando un cartucho, para posteriormente ser introducido en el equipo de grasa Gerhardt.
- Pesar el vaso (P=1 Peso inicial) que corresponde al vaso vacío, codificar.
- En el caso del blanco el peso inicial del vaso seco será A1(en gramos).
- Colocar en el equipo las muestras y el blanco, en equipo soxhlet considerar 25 ciclos en 1 Hora, tiempo total 4 Horas con 160 ml de hexano.

- Retirar vasos de equipo y llevar a secar a estufa a 103°C por 1 hora aproximadamente.
- Enfriar en el desecador antes de cada pesada. Registrar peso final en la muestra = P2 = P1+ residuo de grasa en gramos.

Cálculos:

-La concentración de aceites y grasa se calcula con la siguiente fórmula:

$$AG \text{ (ppm)} = (P2-P1) \times 1000 / V$$

Donde:

AG = Aceites y grasas (mg/L).

P1 = Peso del vaso (g)

P2 = P1 + residuo de grasa(g)

V = Volumen de la muestra|

1000 = Factor de conversión de g. a mg.

Anexo 10.

Resultados de agua de bombeo de ingreso y salida.



Anexo 11.

BASE DE CÁLCULOS.

Los valores del rendimiento, factor de reducción y % sólidos totales están en función de los valores promedios que se manejaban en las Plantas de Producción de Harina y Aceite de Pescado

FÓRMULA N° 01

Factor de Reducción (FR) = TMB pescado / TMB harina

FÓRMULA N° 02

Rendimientos (%R) = TMB harina / TMB pescado

FÓRMULA N° 03

Conversión de Agua de Bombeo en Harina de Pescado: (CHP) $CHP = A \times \%$

Sólidos Totales x % Humedad Harina (BS) Donde:

A = Agua de Bombeo vertida al mar

% Humedad Harina (BS) = 10.0

% Sólidos Totales = 5.0

Anexo 12.

Límites Máximos Permisibles para los efluentes líquidos a verter por la industria de harina y aceite de pescado D.S. N° 010 – 2008 – PRODUCE.

Parámetros contaminantes	I	II	III
	LMP de los efluentes que serán vertidos dentro de la zona de protección ambiental litoral (a)	LMP de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (a)	LMP de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (b)
Aceites y grasas (A y G)	20 mg/L	1.5×10^3 mg/L	0.35×10^3 mg/L
Sólidos suspendidos totales (SST)	100 mg/L	2.5×10^3 mg/L	0.70×10^3 mg/L
pH	6 – 9	5 - 9	5 - 9
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	≤ 60 mg/L	(c)	(c)

(a) La zona de protección ambiental litoral establecida en la presente norma es para uso pesquero (b) De obligatorio cumplimiento a partir de los dos (2) años posteriores a la fecha en que sean exigibles los LMP señalados en la columna anterior

(c) Ver segunda disposición complementaria y transitoria

Anexo 13.

DECRETO SUPREMO N° 010-2018-MINAN

Límites Máximos Permisibles para Efluentes de Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto

Parámetros	Unidad de medida	Límite Máximo Permissible
Aceites y grasas	mg/L	350
Sólidos suspendidos totales	mg/L	700
Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	5-9

Anexo 14.

Parámetros de calidad del tratamiento fisicoquímico del Agua de Bombeo-Planta Chimbote

ETAPA/PROCESO	PARÁMETRO	UNIDAD	Valor Máximo
Ingreso al Trommel-Separación física	Grasa	%	1.8
	SST	ppm	15000
Ingreso a Recuperación Primaria-Separación física	Grasa	%	1.00
Ingreso al Clarificador- Tratamiento Químico	Grasa	%	0.2
	SST	ppm	7500
Dosificaciones Químicas en Clarificador-Coagulante orgánico	Concentración de solución	ppm	400
Dosificaciones Químicas en Clarificador-Coagulante inorgánico	Concentración de solución	ppm	2000
Dosificaciones Químicas en Clarificador: Floculante	Concentración de solución	ppm	25
Dosificaciones Químicas en Separadora Ambiental-Coagulante orgánico	Concentración de solución	ppm	3000
Dosificaciones Químicas en Separadora Ambiental: Floculante	Concentración de solución	ppm	400
Salida de Agua de Bombeo-Efluente	Grasa	ppm	350
	SST	ppm	700
	Potencial de Hidrógeno	pH	5 - 9

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote

Anexo 15.

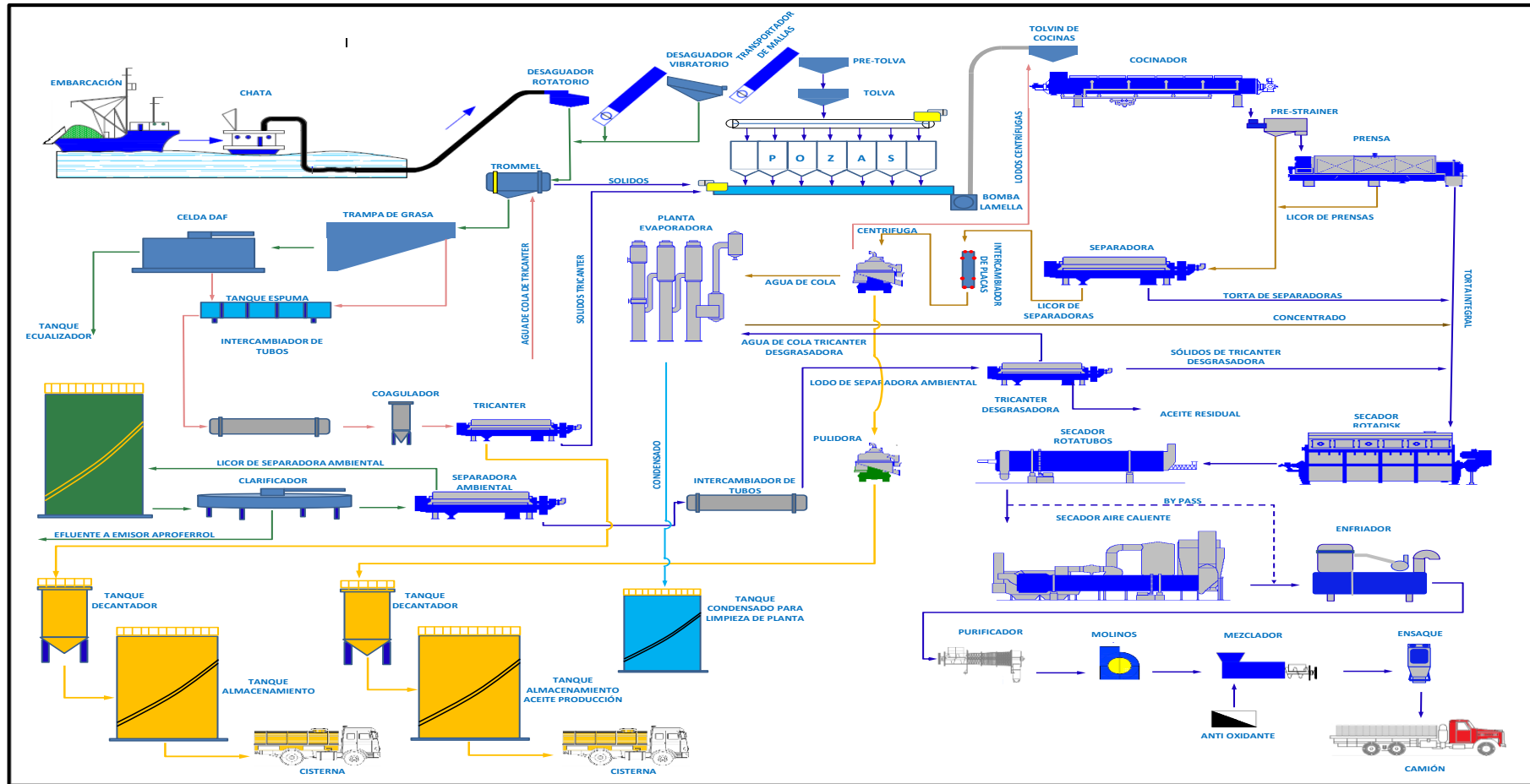


Diagrama de flujo de harina y aceite de pescado de la fábrica Tecnológica de alimentos S.A. Chimbote.

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A. Planta Chimbote



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, Sany Arteaga Ibarra.....estudiante de la

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	
Escuela Profesional:	x					
Departamento Académico:	Gestión Ambiental					
Escuela de Posgrado	Maestría		x		Doctorado	
Programa: Gestión Ambiental						

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

BENEFICIOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS GENERADOS POR EL TRATAMIENTO FISCOQUÍMICO DEL AGUA DE BOMBEO EN LA FÁBRICA DE TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS S.A. CHIMBOTE 2015

presentado en folios, para la obtención del Grado académico: ()

Título profesional: (X) Investigación anual: ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 12 de 05 de mayo del 2021

Firma:

Nombres y Apellidos: SANY ARTEAGA IBARRA

DNI: 15742015