



Universidad César Vallejo

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Eficiencia de los métodos para el tratamiento de aguas residuales
de la industria pesquera: Revisión sistemática**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental**

AUTORA:

Zender Ramirez, Leslie Michelle (orcid.org/0000-0002-1591-680X)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (orcid.org/0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios por darme fortaleza de cada día.
A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, por motivarme siempre a mejorar cada día como profesional y como persona.

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a mis padres, mis hermanos por su apoyo constante.

Al MSc. Wilber Quijano por su asesoramiento para lograr el objetivo de esta tesis.

A la universidad por brindar la de seguir avanzando en nuestro desarrollo profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| CARÁTULA | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| INDICE DE CONTENIDOS | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | v |
| ÍNDICE DE GRAFICOS..... | vi |
| ÍNDICE DE ABREVIATURAS..... | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 12 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 13 |
| 3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización..... | 13 |
| 3.3. Escenario de estudio..... | 13 |
| 3.4. Participantes..... | 13 |
| 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 14 |
| 3.6. Procedimiento..... | 14 |
| 3.7. Rigor científico..... | 17 |
| 3.8. Método de análisis de datos..... | 17 |
| 3.9. Aspectos éticos..... | 17 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 18 |
| V. CONCLUSIONES..... | 35 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 37 |
| REFERENCIAS..... | 39 |
| ANEXOS..... | 45 |

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario-Anexo1.

Tabla 2: Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario-Anexo 2

Tabla 3: Límites Máximos Permisibles para Efluentes de Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto.

Tabla 4: Criterios de inclusión y exclusión selección de fuentes bibliográficas.

Tabla 5: Características del agua residual de la industria pesquera

Tabla 6: Métodos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera

Tabla 7: Métodos más eficientes para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera

RESUMEN

La presente revisión sistemática, de tipo aplicada, enfoque cualitativo de diseño narrativo tuvo como objetivo identificar los métodos más eficientes para el tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera, para lo cual se ha tenido en cuenta 14 investigaciones. Para esto se utilizó la técnica de análisis documental donde el procedimiento consistió en la evaluación inicial de la literatura, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y los resultados obtenidos de la revisión sistemática. Se concluyó, que las características iniciales de las aguas residuales superan los límites máximos permisibles, para lo cual los métodos usados corresponden a métodos físicos, químicos y biológicos y la combinación de estos de los cuales el método más efectivo para a la reducción de DBO, DQO y SST fue el método de tratamiento Tratamiento con un biorreactor de membrana (MBR) que combina un tratamiento biológico y una separación por membrana de ultrafiltración con un 99% de remoción para DBO, DQO, SST Y AyG Finalmente, se recomienda en las futuras investigaciones promover el desarrollo de los métodos de tratamiento de aguas residuales para el procesamiento pesquero a nivel de laboratorio e industrial a fin de generar mayor información con respecto a la eficiencia de estos métodos.

Palabras clave: Métodos, tratamientos, aguas residuales, industria pesquera

ABSTRACT

The objective of this systematic review, of an applied type, qualitative approach of narrative design, was to identify the most efficient methods for the treatment of wastewater from the fishing industry, for which 12 investigations have been taken into account. For this, the documentary analysis technique was used, where the procedure consisted of the initial evaluation of the literature, taking into account the inclusion criteria and the results obtained from the systematic review. It was concluded that the initial characteristics of the wastewater exceed the maximum permissible limits, for which the methods used correspond to physical, chemical and biological methods and the combination of these of which the most effective method for the reduction of BOD, COD and TSS was the treatment method with a membrane bioreactor (MBR) that combines biological treatment and ultrafiltration membrane separation with 99% removal for BOD, COD, TSS and A&G. Finally, it is recommended in Future research will promote the development of wastewater treatment methods for fish processing at the laboratory and industrial level in order to generate more information regarding the efficiency of these methods.

Keywords: Methods, treatments, wastewater, fish industry processing

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial uno de los mayores problemas son las aguas residuales, las cuales producto de la actividad antrópica se generan diariamente miles de litros cúbicos y de las cuales gran parte no pasan por un tratamiento siendo estas vertidas directamente a los ríos o mares, se estima que un 80% de las aguas residuales se liberan al medio ambiente sin un tratamiento adecuado. (UNESCO, 2017)

La calidad de agua de nuestros cuerpos naturales en nuestro país depende de aquellos factores como el aumento de la población, vertimiento de efluentes industriales sin tratamiento, entre otros, siendo la descarga de aguas residuales domésticas la principal fuente de afectación de la calidad de las fuentes de agua en nuestro país y en nuestro ecosistema marino las mayores presiones se asocian al crecimiento de la población y de las industrias quienes generan la contaminación superficial marina (MINAM, 2021)

Los más significativos impactos en la industria pesquera en los cuerpos de agua son a causa de los efluentes que se vierten en el mar. El procesamiento de la materia prima produce grandes cantidades de aguas residuales cuya composición principal son sustancias orgánicas como el agua de cola que es la principal fuente de contaminación sobre los cuerpos de agua en estas industrias (Niño, 2019); además de los efluentes que se generan por los grandes volúmenes de agua que se emplean en el lavado de máquinas y equipos, la limpieza de la materia prima, para el almacenamiento y refrigeración del producto por lo cual en la actualidad contamos con distintos procesos para su tratamiento, los cuales comprenden métodos físicos, químicos y biológicos. (Niño, 2019)

Ante esta realidad problemática y la importancia de poder contar con información acerca de estos sistemas de tratamiento para los efluentes generados por las empresas procesadoras de pescado, el conocer los métodos adecuados y eficientes para la aplicación en sus sistemas de tratamiento se planteó el siguiente problema principal de la investigación: ¿Cuál es la eficiencia de los métodos para los tratamientos de las aguas residuales de la industria pesquera?, mientras que los problemas específicos planteados fueron: ¿Cuáles son las características de

las aguas residuales de la industria pesquera?, ¿Cuáles son los métodos aplicados en el tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera?, ¿Cuáles son las metodologías más eficientes en el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera?

Y para esta investigación, se determinó como objetivo principal para la investigación: Determinar la eficiencia de los métodos para los tratamientos de las aguas residuales de la industria pesquera, para cumplir con este objetivo se propusieron tres objetivos específicos los cuales fueron: Describir las características del agua residual de la industria pesquera, Identificar los métodos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera e Identificar las metodologías más eficientes en el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera.

La presente revisión sistemática, es un análisis de distintas investigaciones previas acerca del tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera, del modo que desde el punto de vista teórico se pretende procesar y ampliar la información con la finalidad de dar a conocer los distintos métodos para el tratamiento de las aguas residuales de esta industria ya que muchas empresas no realizan un adecuado tratamiento o no contemplan un sistema para el tratamiento de sus aguas residuales y así mismo que esta información contribuya con el conocimiento de la importancia de estos métodos para el tratamiento de aguas para su aplicación como alternativas de solución a esta problemática ambiental.

Metodológicamente se justifica debido a que tiene la finalidad de fomentar la búsqueda de metodologías más eficientes para el tratamiento de aguas residuales provenientes de esta industria.

II. MARCO TEÓRICO

(Garcia Sifuentes, y otros, 2011) en su investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del tratamiento multi-etapas el cual consistió en un sistema de centrifugación y ajuste de pH -ultrafiltración sobre la remoción contenida en el agua de cola. El agua de cola fue recolectada de una planta ubicada en la localidad de Sonora, México. En este proceso, se removió entre 43 y 99% de proteínas y lípidos del agua de cola. Con respecto a la DBO5 y DQO disminuyeron entre 81 y 62% respectivamente. Con el proceso de ultrafiltración los valores de DBO5 y DQO y proteínas disminuyeron 99, 90 y 77% respectivamente para ambos tratamientos.

La reducción significativa de estos parámetros y con el resultado de la composición final del efluente, sugiere que este método podría ser una opción eficiente para disminuir los niveles de materia orgánica de este tipo de efluente.

(Marin Leal, y otros, 2015) en su investigación tuvo como objetivo evaluar el tratamiento de las aguas residuales de una industria procesadora de pescado de la ciudad de Manta (Ecuador). En esta investigación se utilizó la metodología de reactores anaeróbicos discontinuos bajo condiciones de laboratorio.

Para esta investigación se obtuvieron muestras del efluente la empresa industrial que provenía de todos los procesos de la empresa con el cual se realizó a nivel laboratorio en reactores anaeróbicos discontinuos de 1L, para este ensayo se utilizó lodo de una de las lagunas anaeróbicas de la localidad, alimentadas con aguas residuales domésticas. El tratamiento se evaluó en tres etapas en la cual se evaluaron los parámetros de alcalinidad, pH, DBO5, DBO, Nitrito, Amonio, Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK), Ortofosfatos, sulfato, solidos suspendidos totales (SST) y Solidos Suspendidos Volátiles (SSV). Como resultados se obtuvo los siguientes valores de remoción de materia orgánica los cuales muestran una relativa baja eficiencia. La remoción de Amonio, NTK y Ortofosfato estuvieron entre el 60-95%, 25-37% y 6-25% respectivamente.

(Arias Lizarraga, y otros, 2014) de México en su investigación proponen el uso de biopolímeros como alternativa a la eliminación de solidos en efluentes generados en la industria harinera de pescado. Para esta investigación se realizaron pruebas de coagulación, floculación y sedimentación, para lo cual se utilizaron polímeros orgánicos naturales e inoocuos, se utilizó quitosán como coagulante primario y

alginato de sodio y ácido tánico como ayudantes de coagulación aniónicos. Obteniendo una remoción de 91.84% de SST para la mezcla de alginato y quitosán y un 90.83% de remoción de Solidos Suspendidos Volátiles con la mezcla de quitosán y ácido tánico y con la mezcla de quitosán con de ácido tánico se obtuvieron remociones del 97.78% de SST y 97.79% de SSV. La remoción significativa conseguida significa una gran eficiencia en la recuperación de materia orgánica la cual puede volver a ser retornada al proceso productivo y reduciendo del mismo modo la la carga orgánica de los efluentes.

(Cabrera Estrada , y otros, 2019) proponen el diseño de un sistema de tratamiento de los residuales líquidos en una empresa pesquera en la localidad de Santa Clara, Cuba, Cabrera Propone como alternativa la implementación de un sistema de lagunas anaerobias-facultativas con la cual estima una remoción de un 90% de la DBO5. Sistema que requerirá un área de 228,3 m² con una inversión estimada de \$ 13749,83.

(Muñoz, 2021) en su investigación tuvo como objetivo proponer un tratamiento de aguas residuales del procesamiento pesquero artesanal en la localidad de Santa Rosa en Chiclayo mediante el uso de lagunas facultativas. Para esta investigación se propuso como principal tratamiento el cribado seguido de los criterios para la conformación de la laguna facultativa. Para esta propuesta se estableció que sería necesario contar con dos lagunas en paralelo de 542,9 m² cada una, con una eficiencia de remoción de 94,4% del DBO5. Así mismo se analizó el costo-beneficio ambiental. Tendrá un costo de S/ 58 027,75, una rentabilidad de S/ 0,41 y periodo de recuperación de 1 año con 36 días.

(Carrera Arutinco, 2019) En su investigación propone como una alternativa para la electrocoagulación para el tratamiento de los efluentes de la industria pesquera, para la remoción de partículas suspendidas, emulsionadas y disueltas en los efluentes. Este método establece el uso de placas metálicas paralelas, un cátodo y un ánodo de hierro y aluminio para remover los contaminantes presentes en este tipo de efluentes. Carrera propone este método como un método de bajo costo, simple y eficiente con un gran potencial para remover DBO, DQO, SST, aceites y grasas,

materia orgánica, y nutrientes.

(Diaz Justiniano, y otros, 2019) Propone la optimización del proceso Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) para la reducción de carga orgánica en el tratamiento de efluentes de la industria pesquera para la remoción de DQO, SST y aceites y grasas. Como resultado se obtuvo que la reducción de DQO, A&G y SST fueron 89.2 %, 99.1% 91.9 % respectivamente. De acuerdo con lo obtenido Diaz determina que el proceso Fenton es una alternativa eficiente para el tratamiento de aguas residuales pesqueras.

(Gutierrez Flores , y otros, 2022) en su investigación tuvo como objetivo aplicar un sistema de oxidación avanzada como método de tratamiento para reducir la concentración de DQO a nivel laboratorio en los efluentes de una planta procesadora de harina de pescado en Ancash mediante los procesos de oxidación avanzada (POA) UV/ H_2O_2 . Para esta investigación se tuvo en cuenta el tiempo de exposición UV y concentración de H_2O_2 . De acuerdo con los resultados se obtuvo un porcentaje de remoción máxima de 60.12% de DQO.

De esta manera en la presente investigación se considera estudiar y conocer los siguientes términos conceptuales.

Las aguas residuales son aquellas aguas las cuales han sido alteradas en sus características originales por la actividad del hombre. Siendo necesario de un tratamiento previo antes de ser reusadas o vertidas al mar, lagos, o ríos o al sistema de alcantarillado. De acuerdo con la fuente de vertimiento las aguas residuales se clasifican en aguas residuales provenientes de viviendas, municipales que pueden estar mezcladas con agua de drenaje pluvial e industriales como aquellas que resultan de un proceso productivo como la industria minera, agroindustrial, la industria pesquera, entre otras. (OEFA, 2014).

Las aguas provenientes de los sectores industriales debido a su toxicidad, movilidad y la carga de contaminantes tienen impactos potencialmente más significativos sobre nuestro ambiente, los recursos hídricos y por lo tanto en la salud de la población.

(UNESCO, 2017)

Los efluentes producto de esta actividad industrial contiene residuos salinos, así como trazas de aceites y grasas; asimismo otros parámetros indicativos del impacto a nuestro ambiente como la cantidad de materia orgánica indicada en DQO y DBO (Lopez Anchundia, y otros, 2019)

Las aguas residuales provenientes del sector pesquero se originan distintos efluentes que se van a generar en las diferentes etapas del proceso productivo: (Lujan Carvajal, 2019)

La sanguaza es el líquido que contiene agua, sangre y sólidos de pescado presentes en agua de bombeo en la poza de almacenamiento del pescado. (Cabrera Carranza, 2002)

Los efluentes provenientes de las etapas del proceso del pescado como el lavado, limpieza, almacenamiento, refrigeración (Lujan Carvajal, 2019).

Los efluentes generados durante la limpieza del establecimiento, equipos los cuales contienen partículas suspendidas, aceites y grasas, productos químicos utilizados utilizados para esta actividad como la soda caustica.

Los efluentes generados en los servicios de oficinas, servicios higiénicos y el comedor. (PRODUCE, 2019)

Así mismo el volumen y su concentración de estas aguas residuales de la industria pesquera van a depender de la composición del pescado en crudo, así como los demás elementos necesarios para su proceso.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales consisten en una serie de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos cuyo objetivo es alcanzar la calidad y características adecuadas de estas aguas para su disposición final ya sea en cuerpos de agua como ríos, mares, o su reaprovechamiento (SINIA, 2022)

Las aguas residuales de esta industria se pueden caracterizar por sus parámetros fisicoquímicos, orgánicos, nitrógeno y contenidos de fósforo. Los parámetros como la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), grasas y aceites (Kuan-Yeow Show, y otros,

2016)

Para la evaluación fisicoquímica de estos efluentes se evalúan los parámetros como la concentración de sólidos los cuales se encuentran en sólidos disueltos y sólidos en suspensión, el pH son parámetros importantes los cuales revelan la contaminación de las aguas residuales (Kuan-Yeow Show, y otros, 2016)

Para la medición del contenido orgánico es estos efluentes son importantes los parámetros como la DBO que estima el nivel de contaminación midiendo el oxígeno necesario para la oxidación de la materia orgánica por el metabolismo aeróbico de los microorganismos, (Kuan-Yeow Show, y otros, 2016). Otro parámetro importante para la medición del contenido orgánico es la Demanda Química de Oxígeno hace referencia a la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en CO₂ y H₂O. Cuanto mayor es la DQO, más contaminada está el agua. (INDUANALISIS, 2019)

Los aceites y grasas presente en estos efluentes son producto del mismo procesamiento del pescado, estos tienden a flotar en la superficie afectando afectando así la transferencia de oxígeno al agua. El nitrógeno y fosforo son nutrientes que pueden causar la proliferación de algas y afectar la vida acuática si su presencia excede los niveles permitidos. De los casos de estudio de estos efluentes en su mayoría sus niveles de concentración son mínimos. (Kuan-Yeow Show, y otros, 2016)

Teniendo en cuenta la complejidad del sistema por las operaciones a utilizar para el tratamiento de estas aguas residuales estos se clasifican en tratamiento preliminar o pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario o avanzado.

El Pretratamiento tiene como principal función la retención de los sólidos lo cual beneficiara a un mejor tratamiento en los siguientes niveles. Para este nivel se hace uso principalmente de barreras físicas como rejillas.

Para el tratamiento primario lo que se busca es la remoción del material en suspensión o los Sólidos suspendidos totales, se suelen usar tanques sépticos,

lagunas de estabilización entre otros métodos.

Durante un tratamiento secundario se hará uso de procesos biológicos generados por microorganismos cuya función será la remoción de la DBO, los sistemas empleados durante este nivel suelen ser los biofiltros, lodos activados o las lagunas de estabilización facultativas y aireadas.

Un tratamiento terciario dependerá de cuál será la disposición final que se le dará al agua tratada, este nivel tendrá como objetivo la remoción de elementos que puedan causar eutrofización en los cuerpos que estas serán descargadas. (SINIA, 2022).

De acuerdo con el marco legal de nuestro país, el control de los vertimientos de estos efluentes industriales se encuentran enmarcados dentro del Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario: Según el D.S. N° 010 - 2019 – VIVIENDA y el Decreto Supremo N°010-2018-MINAM el cual aprueba los Límites Máximos Permisibles para efluentes de los establecimientos Industriales Pesqueros de consumo humano directo e indirecto. (MINAM, 2018) Los cuales se detallan en los cuadros siguientes:

Tabla 1: Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario-Anexo1.

| PARAMETRO | UNIDAD DE MEDIDA | VALORES MAXIMOS ADMISIBLES |
|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | mg/L | 500 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mg/L | 1000 |
| Solidos Suspendidos Totales (SST) | mg/L | 500 |
| Aceites y Grasas (AyG) | mg/L | 100 |

Fuente. (Ministerio de Vivienda, 2019 pág. 27)

Tabla 2: Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario-Anexo 2

| PARAMETRO | UNIDAD DE MEDIDA | VALORES MAXIMOS ADMISIBLES |
|-------------------------------|------------------|----------------------------|
| Aluminio (Al) | mg/L | 10 |
| Arsénico (As) | mg/L | 0.5 |
| Boro (B) | mg/L | 4 |
| Cadmio (Cd) | mg/L | 0.2 |
| Cobre (Cu) | mg/L | 3 |
| Cromo Total | mg/L | 10 |
| Manganeso (Mn) | mg/L | 4 |
| Mercurio (Hg) | mg/L | 0.02 |
| Níquel (Ni) | mg/L | 4 |
| Plomo (Pb) | mg/L | 0.5 |
| Sulfatos (SO ₄ -2) | mg/L | 1000 |
| Zinc (Zn) | mg/L | 10 |
| Potencial Hidrogeno (pH) | Unidad | 6-9 |
| Solidos Sedimentales (SS) | ml/L/h | 8.5 |
| Temperatura (T) | °C | <35 |

Fuente. (Ministerio de Vivienda, 2019 pág. 27)

Tabla 3: Límites Máximos Permisibles para Efluentes de Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto.

| Parámetros | Unidad de medida | Límite Máximo permisible |
|-----------------------------|------------------|--------------------------|
| Aceites y grasas | mg/L | 350 |
| Sólidos Suspendidos Totales | mg/L | 700 |
| Potencial de hidrógeno | Unidad de pH | 5-9 |

Fuente.(Ministerio del Ambiente,2018)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación fue del tipo aplicada, ya que se tuvo el interés en la aplicación de los conocimientos logrados por la investigación básica para la solución de problemas inmediatos los cual se busca a través de la sistematización de las distintas revisiones bibliográficas (Sanchez Carlessi, y otros, 2018) cuyos resultados se enfocaron en la implementación de métodos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera.

El diseño de la investigación es cualitativo narrativo de tópicos ya que se recopiló información a partir de una base de datos ya existente. En los diseños narrativos de tópicos los datos se obtienen de biografías, entrevistas, documentos, materiales personales y testimonios. (Salgado Levano, 2007)

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización

En el anexo 1 se elaboró una matriz de categorización donde se mencionan los objetivos específicos, problemas específicos, categorías, subcategorías para la recopilación de datos e información de manera correcta.

3.3. Escenario de estudio

Para la presente investigación el escenario de estudio fue el análisis de las diferentes investigaciones locales, nacionales e internacionales en las cuales han empleado distintos métodos para el tratamiento de las aguas residuales generadas por la industria pesquera, para la cual se acudirá a diversas fuentes de información, ya que debido al diseño de esta investigación no se contó con un espacio para el desarrollo de la investigación.

3.4. Participantes

Para esta investigación los participantes fueron aquellas fuentes que se tomaron para el desarrollo de la presente investigación. Los cuáles son artículos científicos los cuales fueron obtenidos de artículos de revistas indexadas, investigaciones científicas, libros, investigaciones de instituciones públicas y privadas y de la base de datos como Scielo, Scopus, Science direct, GoogleScholar, Researchgate, Concytec, RENATI, repositorios de universidades y que se obtuvieron mediante la

utilización de las palabras: tratamiento, aguas residuales, industria pesquera (Treatment, fish processing industry, wastewater). Se obtuvo un total de 87016 referencias de artículos, los cuales fueron filtrados conforme con los objetivos de la revisión, resultando la cantidad de 52 artículos correspondientes a estudios primarios, los cuales fueron filtrados y seleccionados de acuerdo con el título y su resumen, continuando luego con la revisión del contenido completo de los mismos considerando finalmente 14 los que se consideraron para esta revisión sistémica.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación del tipo cualitativa para la recolección de datos se realizó la técnica de revisión documental (Hernandez Sanpieri, y otros, 2014) por lo cual para la presente investigación se empleó información de fuentes como: Scielo, Scopus, Science direct, GoogleScholar, Researchgate, Concytec, RENATI, repositorios de universidades.

El instrumento para obtener los datos fue mediante el análisis de estos documentos científicos teniendo en cuenta los años entre 2015 y 2022, para lo cual se elaboró un formato para la recolección de estos datos (Anexo 2) en la cual se incluyó información: Título, autores, objetivo, métodos para el tratamiento de aguas residuales, año, resultados, conclusiones.

3.6. Procedimiento

La presente revisión sistemática se desarrolló en etapas como se muestra en el grafico 1. Donde la primera etapa se basó en la búsqueda de artículos en las distintas bases de información, de los cuales en una segunda etapa consistió en el descarte de artículos de acuerdo a los criterios de exclusión e inclusión, la tercera etapa consistió en la selección de los artículos de interés teniendo en cuenta su revisión a nivel de título y resumen para finalmente seleccionar los artículos que serán incluidos en esta revisión

Los artículos fueron obtenidos de acuerdo con lo especificado con las categorías y subcategorías, procediendo luego con la lectura de las fuentes bibliográficas obtenidas.

Para esto se ha tenido en cuenta los criterios de exclusión e inclusión con el fin de reducir los sesgos de selección tal como se muestra en la tabla 4

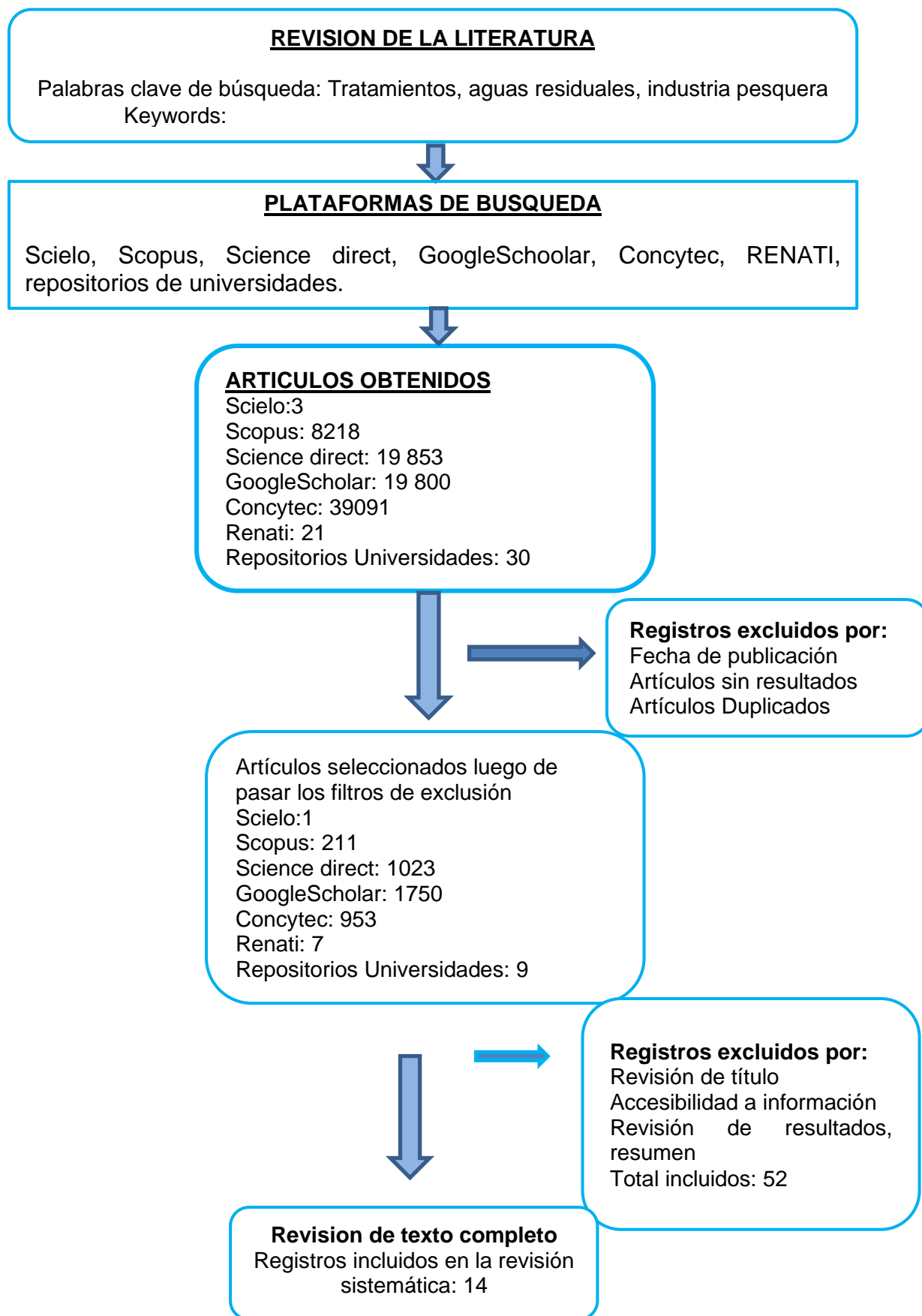
Se incluyeron artículos publicados en los últimos 8 años, respecto a los métodos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera.

Tabla 4: Criterios de inclusión y exclusión selección de fuentes bibliográficas

| Criterios de inclusión | Criterios de exclusión |
|---|--|
| Investigaciones publicadas en el periodo 2015-2022 | Investigaciones publicadas antes del periodo 2015 |
| Investigaciones publicadas en revistas indexadas | Investigaciones sobre el tratamiento de aguas residuales de otro tipo de industria |
| Investigaciones sobre el tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera | Artículos duplicados |
| Investigaciones publicadas a nivel mundial | Sin relación al tema de interés |
| Investigaciones publicadas en inglés y español | Información incompleta |

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Procedimiento revisión sistemática y revisión de artículos



3.7. Rigor científico

Esta revisión científica se realizó en base de la información que se obtuvo de los artículos que fueron extraídos de la base de datos como: Scielo, Scopus, Redalyc, Renati, Sciencedirect, Google scholar. Esta investigación se desarrolló con el criterio de rigor de confiabilidad y credibilidad de los datos que fueron obtenidos de estas bases de datos.

3.8. Método de análisis de datos

De acuerdo con (Schettini, y otros, 2015) el proceso para el análisis de datos comienza con la recopilación de los datos, siguiendo por la reducción para luego identificar, clasificar y agrupar la información.

El análisis de la información para este estudio fue realizado de acuerdo con las categorías obtenidas de los objetivos y problemas específicos; las cuales fueron evaluadas de acuerdo con las subcategorías.

3.9. Aspectos éticos

La presente investigación se realizó con fines académicos en la cual se garantizó la confiabilidad de los datos y los resultados.

Para esta investigación se tuvo en consideración intelectual a los autores de los artículos que fueron parte de este proyecto, los cuales fueron debidamente citados cumpliendo con la adaptación de la norma Internacional de Estandarización (ISO 690), con la cual se garantizó la confiabilidad de las fuentes que se utilizaron como base de datos para este proyecto, garantizando de esta forma que la información de esta investigación es veraz y auténtica.

Además, esta investigación ha sido sometida a revisión por el programa de turnitin.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los artículos para esta investigación fueron consultados en las bases de datos de Scielo, Scopus, Science direct, GoogleScholar, Researchgate, Concytec, RENATI, repositorios de universidades, para lo cual se usó las palabras clave detalladas en la metodología de los cuales aplicados todos los filtros de exclusión de los cuales se seleccionaron 12 los cuales cumplían con los requisitos de la presente investigación.

4.1. . Se describió las características del agua residual del procesamiento de la industria pesquera lo cual se observa en la tabla 5

Tabla 5: Características del agua residual de la industria pesquera

| Características del efluente | | | | | | | Autores |
|------------------------------|--|--|---------------|---------------|----------------|--------------------------------|----------------------------------|
| N° | Efluentes muestra | Características fisicoquímicas iniciales | | | | | |
| | | pH | DBO (mg/L) | DQO (mg/L) | SST (mg/L): | Aceites y Grasas (mg/L): | |
| 1 | Las muestras fueron recogidas en recipientes plásticos de 20 L correspondientes a la mezcla de los residuos líquidos de todos los procesos de la empresa los cuales son almacenados en un tanque de estabilización antes de su incorporación al sistema de alcantarillado público. | 7.41 | 2290.3 | 2565.6 | 421.6 | 6.49 | (Marin Leal, y otros, 2015) |
| 2 | Se utilizaron 51 L de efluente generado del proceso productivo. Se tomaron muestras antes del pretratamiento y antes del tratamiento estudiado. | - | - | 12200 | 610 | 12200 | (Diaz Justiniano, y otros, 2019) |
| 3 | Se recogieron 60 litros de muestras de aguas residuales en diferentes áreas de las instalaciones para el tratamiento de aguas. | 6.68 | 7350 | 10356 | 6180 | 96.30 | (Villón Cobeñas, 2017) |

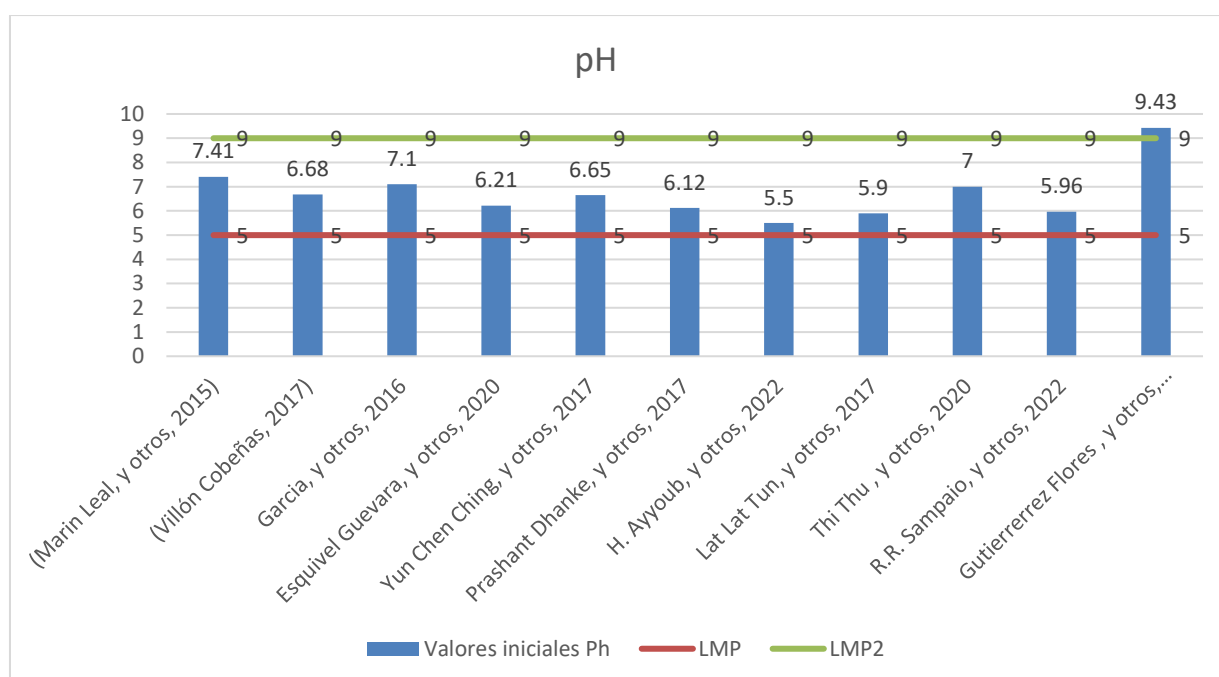
| | | | | | | | |
|---|---|------|-------|-------|------|------|-----------------------------------|
| 4 | Estuvo compuesto por 3 tipos de muestras, 2 litros de efluente sin ningún tratamiento, 2 litros de efluente tratado antes de la mejora y 2.5 litros del efluente después de la mejora. | 7.10 | 50 | 260 | 160 | 8.33 | (Garcia, y otros, 2016) |
| 5 | Efluentes resultantes del proceso de producción de un lote de conservas de pescado. Se tomaron 24 litros de muestra. | 6.21 | 9304 | 13760 | 3280 | 1714 | (Esquivel Guevara, y otros, 2020) |
| 6 | Las aguas residuales del procesamiento de pescado y la sangre de pescado se recolectaron del procesamiento de pescado comestible. Especies, que fueron adquiridas en un mercado de pescado local. | 6.65 | 18419 | 30000 | 5530 | - | (Yun Chen Ching, y otros, 2017) |
| 7 | Efluente generado en varias operaciones como la preparación, el procesamiento del producto, la inspección y el recorte. | 6.12 | 18110 | 22109 | - | - | (Prashant Dhanke, y otros, 2017) |
| 8 | Efluente crudo traído de la industria de conservas de pescado después del pretratamiento | 5.5 | 2050 | 4275 | 1850 | 942 | (H. Ayyoub, y otros, 2022) |

| | | | | | | | |
|----|---|------|-----|--------|------|---|--------------------------------------|
| 9 | La muestra de efluentes se tomó de un solo punto de muestreo de la descarga final del procesamiento de pescado planta. | 5.9 | - | 1187.5 | 2000 | - | (Lat Lat Tun, y otros, 2017) |
| 10 | Muestra del efluente obtenido del procesamiento de mariscos. | 7 | - | 2000 | - | - | (Thi Thu , y otros, 2020) |
| 11 | Muestras de efluentes del procesamiento frigorífico de pescado. | 5.96 | 659 | 1715 | 388 | - | (R.R. Sampaio, y otros, 2022) |
| 12 | Muestras de las aguas residuales provenientes del procesado del pescado, los cuales son recepcionados en tanques para su posterior proceso. | 9.43 | - | 43705 | - | - | (Gutierrez Flores , y otros, 2022) |
| 13 | Efluente de fábrica de procesamiento de pescado ubicada en el norte de Kayseri, Turquía. | - | - | 1496 | - | - | (Oktay Ozkan, y otros, 2016) |
| 14 | Las aguas residuales recolectadas de las líneas de filete de la sección de procesamiento de pescado, Mekong Sociedad Anónima de Mariscos, Parque Industrial Tra Noc, ciudad de Can Tho. | - | - | 2624 | - | - | (Nguyen Vo Chau Ngan, y otros, 2017) |

Fuente: Elaboracion propia

En la tabla 5 se detallan las características de las muestras tomadas de los efluentes provenientes de la industria pesquera para lo cual se tuvieron en cuenta los parámetros establecidos para el cumplimiento de acuerdo a las normativa peruanas de los Límites Máximos Permisibles para Efluentes de Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 339-2018-MINAM y al Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles para la descarga de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

Grafico 2: Evaluación inicial de pH

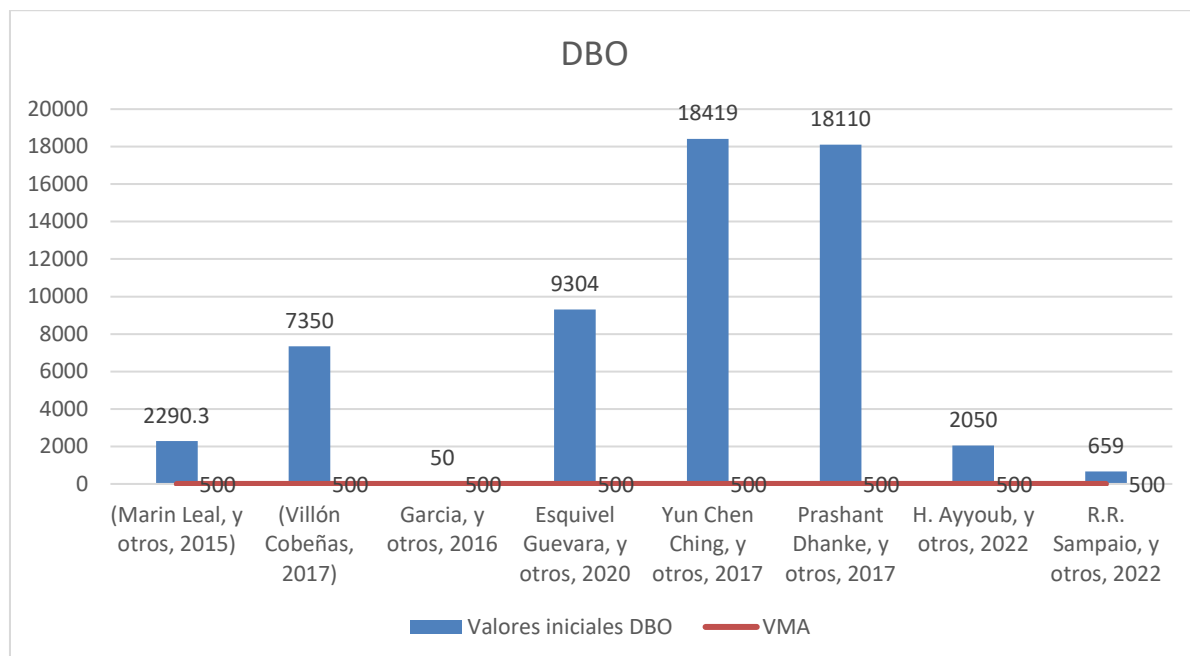


Fuente: elaboración propia

En tal sentido, de acuerdo a los resultados analizados obtenidos por los distintos autores se verifico que para el parámetro de pH las distintas muestras obtenidas del efluente antes del tratamiento se encuentran dentro del rango del LMP (5-9) para este parámetro, donde (Gutierrez Flores, y otros, 2022) obtuvo un valor de 9, que fue el valor mas alto. Así mismo (Marin Leal, y otros, 2015) obtuvo un valor de 7.41 con (Thi Thu, y otros, 2020). Mientras tanto (Villón Cobeñas, 2017) obtuvo un pH de 6.68. Quien coincide con (Yun Chen Ching, y otros, 2017) con valores similares de 6.65. También encontramos que (Esquivel Guevara, y otros, 2020) y (Prashant Dhanke, y otros, 2017) obtuvieron valores de 6.21 y 612 respectivamente. Sin embargo (Hafida Ayyoub, y otros,

2022) encontró que en el efluente muestra analizado se registraron valores de 5.5 para Ph, siendo estos los valores más bajos en la caracterización de los efluentes de establecimientos industriales con valores similares obtenidos por (R.R. Sampaio, y otros, 2022).

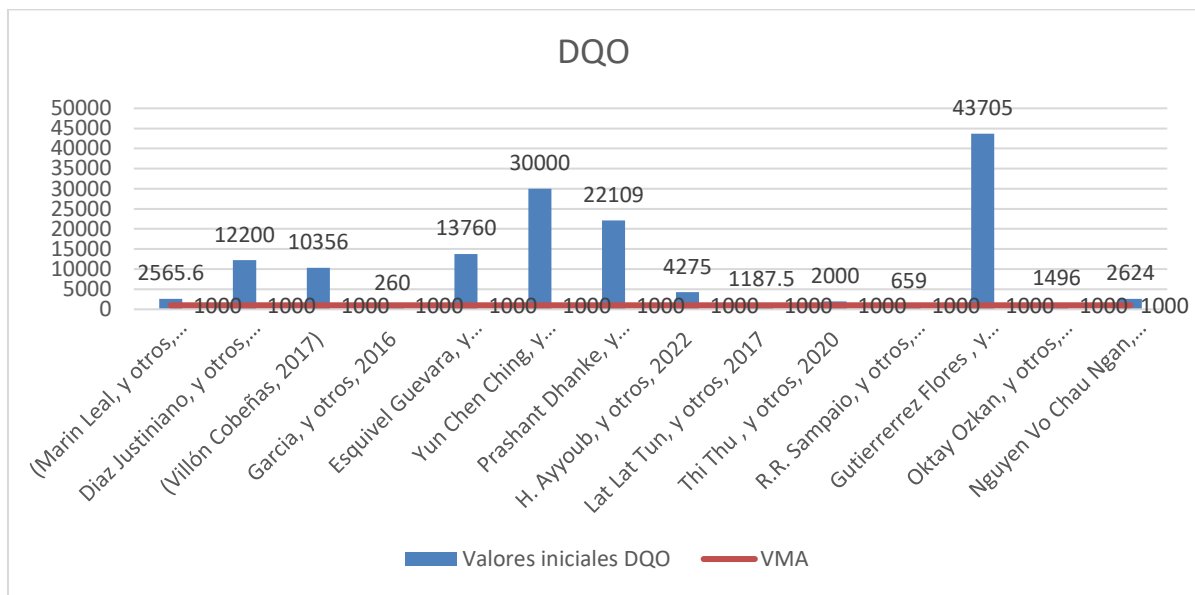
Gráfico 3: Evaluación inicial de DBO



Fuente: elaboracion propia

Para el parámetro de DBO los valores obtenidos en las muestras obtenidas de los efluentes superan los Valores Máximos Admisibles para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario establecidos por el Ministerio de Vivienda (500 mg/L) siendo el valor obtenido por (Yun Chen Ching, y otros, 2017) y (Prashant Dhanke, y otros, 2017) los valores de 18110 mg/L y 18110 mg/L respectivamente. Sin embargo (R.R. Sampaio, y otros, 2022) y (Garcia, y otros, 2016) obtuvieron valores de 659 mg/L y 50 mg/L respectivamente.

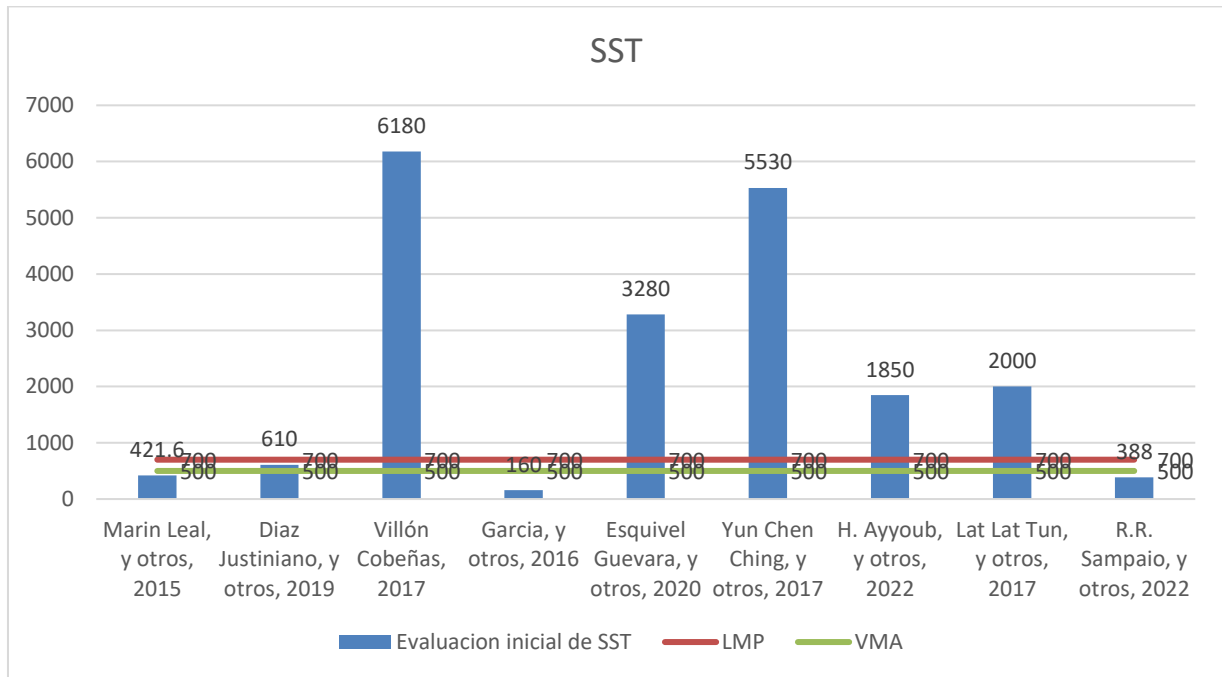
Gráfico 4: Evaluación inicial de DBO



Fuente: elaboración propia

Para el parámetro de DQO los valores obtenidos en las muestras obtenidas de los efluentes superan los Valores Máximos Admisibles para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario establecidos por el Ministerio de Vivienda (1000 mg/L) siendo el valor obtenido por (Gutierrez Flores, y otros, 2022) de 43704 mg/L. Valores altos obtenidos también por (Yun Chen Ching, y otros, 2017) y (Prashant Dhanke, y otros, 2017) con valores de 30000 mg/L y 22109mg/L respectivamente. Siendo los resultados obtenidos por (Thi Thu, y otros, 2020) y (Garcia, y otros, 2016) los valores más bajos obtenidos de 2000mg/L y 260 mg/L.

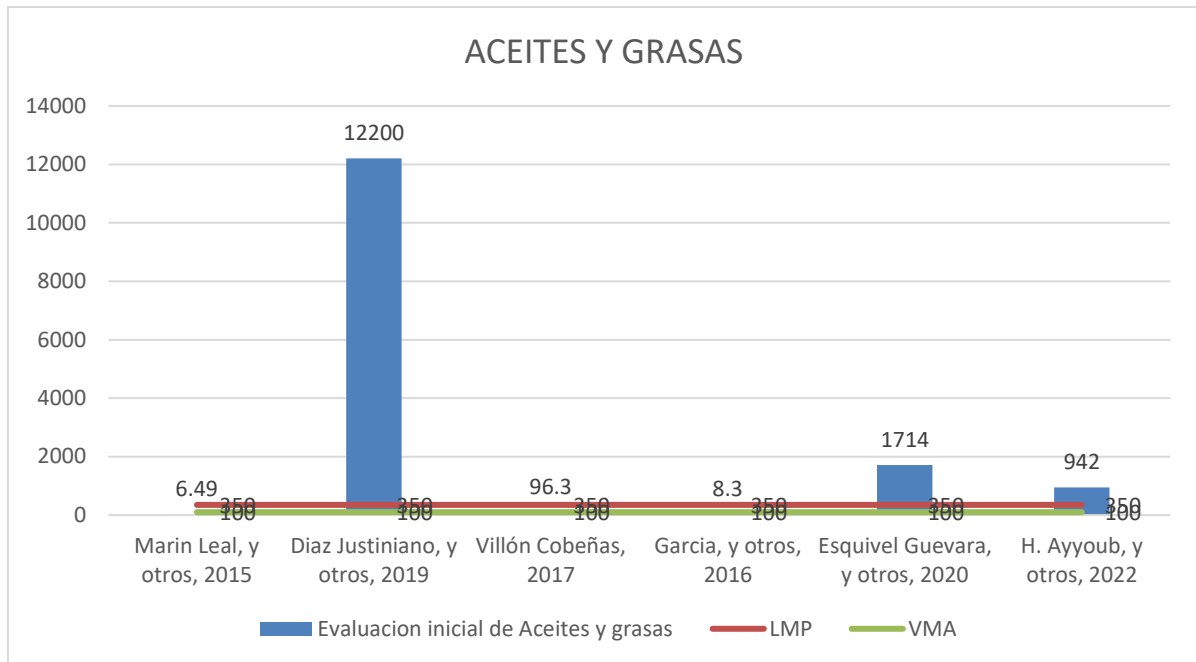
Gráfico 5: Evaluación inicial de SST



Fuente: Elaboración propia

Para el parámetro de SST los valores obtenidos en las muestras obtenidas de los efluentes superan los Valores Máximos Admisibles para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario establecidos por el Ministerio de Vivienda (500 mg/L) siendo el valor obtenido por (Villón Cobeñas, 2017) y (Yun Chen Ching, y otros, 2017) valores de 6180 mg/L.y 5530 mg/L respectivamente. Siendo los valores obtenidos por (R.R. Sampaio, y otros, 2022) y (Garcia, y otros, 2016) los valores por debajo 388 mg/L y 160 mg/L respectivamente.

Gráfico 6: Evaluación inicial de aceites y grasas



Fuente: Elaboración propia

Para el parámetro de Aceites y grasas los valores obtenidos en las muestras obtenidas de los efluentes obtenidos por (Diaz Justiniano, y otros, 2019) con un valor de 12 200 mg/L superan los Valores Máximos Admisibles para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario establecidos por el Ministerio de Vivienda (100 mg/L) y un Límite Máximo permisible de 350 mg/L . Sin embargo (Garcia, y otros, 2016) y (Marin Leal, y otros, 2015) obtuvieron valores de Ay G de 8.33mg/L, 6.49mg/L respectivamente.

4.2. se Identificó los métodos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera

Tabla 6: Métodos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera

| Tipo de tratamiento | Método de tratamiento | Autores |
|---------------------|---|-----------------------------------|
| Biológico | 1. Reactores discontinuos | (Marin Leal, y otros, 2015) |
| Químico | 2. Optimización del proceso Fenton (Fe ²⁺ / H ₂ O) | (Diaz Justiniano, y otros, 2019) |
| Físico | 3. Nanoburbujas de aire | (Villón Cobeñas, 2017) |
| Químico | 4. Tratamiento con sales ácidas de quitosano preparadas a partir de quitosano obtenido por N-desacetilación de quitina de langosta común (<i>Panulirus argus</i>) como agente coagulante-floculante para el tratamiento de aguas residuales | (Garcia, y otros, 2016) |
| Físico-Químico | 5. Sistema de ecualización y/o homogenización, reactor de flujo forzado (serpentin de PVC) para la adición de aditivos químicos, sistema DAF (tipo krofta), Filtración por medios granulares | (Esquivel Guevara, y otros, 2020) |
| Biológico | 6. Biorreactor a escala con sistema de flujo continuo. | (Yun Chen Ching, y otros, 2017) |
| Biológico | 7. Reactor de hidrocavitación | (Prashant Dhanke, y otros, 2017) |
| Biológico-Físico | 8. Biorreactor de membrana (MBR) que combina un tratamiento biológico y una separación por membrana de ultrafiltración. | (H. Ayyoub, y otros, 2022) |
| Físico-Químico | 9. Proceso de Coagulación con cloruro férrico (FeCl ₃) y floculación con poliacrilamida | (Lat Lat Tun, y otros, 2017) |
| Biológico | 10. Biorreactor a escala de laboratorio en anaeróbico combinando sistema aeróbico con concentración de sal diferente de 0- 5%. | (Thi Thu , y otros, 2020) |

| | | |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| Biológico - Físico | 11. Reactor anaeróbico compartimentado (CAR) seguido de un filtro anaeróbico en escala real, | (R.R. Sampaio, y otros, 2022) |
| Físico-Químico | 12. Método de oxidación avanzada mediante la influencia de la dosificación de peróxido de hidrogeno y tiempo de exposición a radiación UV | (Gutiérrez Flores , y otros, 2022) |
| Biológico | 13. Tratamiento con reactor tipo Batch | (Oktay Ozkan, y otros, 2016) |
| Químico | 14. Tratamiento con coagulante de goma de semilla de Cassia fistula (MHY) | (Nguyen Vo Chau Ngan, y otros, 2017) |

Fuente: Elaboración propia

4.3. se identificó la eficiencia de las distintas metodologías aplicadas al tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera.

Tabla 7: Eficiencia de los métodos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera

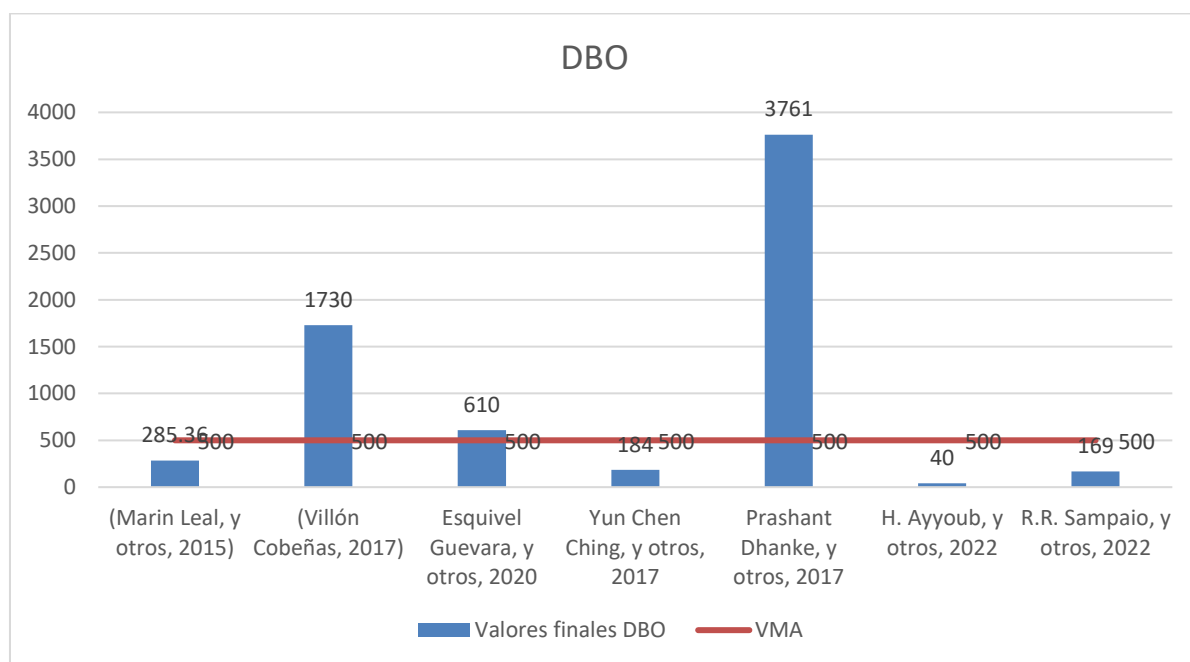
| Resultados del tratamiento | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------------|--------|------|------------|--------|-------|-------------|-------|-------|--------------------------|------|-------|-----------------------------------|
| Características fisicoquímicas finales del efluente | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | pH | | DBO (mg/L) | | | DQO (mg/L) | | | SST (mg/L): | | | Aceites y Grasas (mg/L): | | | Autores |
| | I | F | I | F | % | I | F | % | I | F | % | I | F | % | |
| 1 | 7.41 | 7.6 | 2290.3 | 285.36 | 87.5 | 2565.6 | 429.77 | 83.27 | 421.6 | 79.62 | 81.1 | 6.49 | - | - | (Marin Leal, y otros, 2015) |
| 2 | - | - | - | - | - | 12200 | 751.8 | 93.8 | 610 | 23 | 96.2 | 12200 | 22 | 99.81 | (Diaz Justiniano, y otros, 2019) |
| 3 | 6.68 | 7.01 | 7350 | 1730 | 76.4 | 10356 | 2735 | 73.5 | 6180 | 645 | 89.56 | 96.30 | 33.2 | 65.5 | (Villón Cobeñas, 2017) |
| 4 | 7.10 | 6 | 50 | - | - | 260 | 181.01 | 59.61 | 160 | 16.73 | 89.5 | 8.33 | - | - | (Garcia, y otros, 2016) |
| 5 | 6.21 | 7 | 9304 | 610 | 93.4 | 13760 | 928 | 99.32 | - | - | - | 1714 | 12 | 99.2 | (Esquivel Guevara, y otros, 2020) |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----|-------|------|------|--------|-------|-------|------|------|-------|-----|----|------|--------------------------------------|
| 6 | 6.65 | 7.4 | 18419 | 184 | 99 | 30000 | 300 | 99 | 5530 | 55 | 99 | - | - | - | (Yun Chen Ching, y otros, 2017) |
| 7 | 6.12 | - | 18110 | 3761 | 79.2 | 22109 | 12133 | 45.1 | - | - | - | - | - | - | (Prashant Dhanke, y otros, 2017) |
| 8 | 5.5 | - | 2050 | 40 | 98 | 4275 | 128 | 97.0 | 1850 | 9.3 | 99.5 | 942 | 41 | 95.6 | (H. Ayyoub, y otros, 2022) |
| 9 | 5.9 | - | - | - | - | 1187.5 | 380 | 68 | 2000 | 1028 | 48.6 | - | - | - | (Lat Lat Tun, y otros, 2017) |
| 10 | 7 | - | - | - | - | 2000 | 268 | 86.6 | - | - | - | - | - | - | (Thi Thu , y otros, 2020) |
| 11 | 5.96 | - | 659 | 169 | 75.7 | 1715 | 371 | 78.36 | 388 | 103 | 73.45 | - | - | - | (R.R. Sampaio, y otros, 2022) |
| 12 | 9.43 | - | - | - | - | 43705 | 15800 | 63.8 | - | - | - | - | - | - | (Gutierrerez Flores , y otros, 2022) |
| 13 | - | - | - | - | - | 1496 | 321 | 78.54 | - | - | - | - | - | - | (Oktay Ozkan, y otros, 2016) |
| 14 | - | - | - | - | - | 2624 | 773 | 70.5 | - | - | - | - | - | - | (Nguyen Vo Chau Ngan, y otros, 2017) |

Fuente: Elaboracion propia

En las tablas 6 y 7, se expresan los métodos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera así como su eficiencia. Siendo estos biológicos, físicos, químicos y la combinación de estos. Para la determinación de la eficiencia de estos métodos se han considerado los parámetros establecidos en el D.S. N° 010 - 2019 – VIVIENDA y el DS N°010-2018-MINAM.

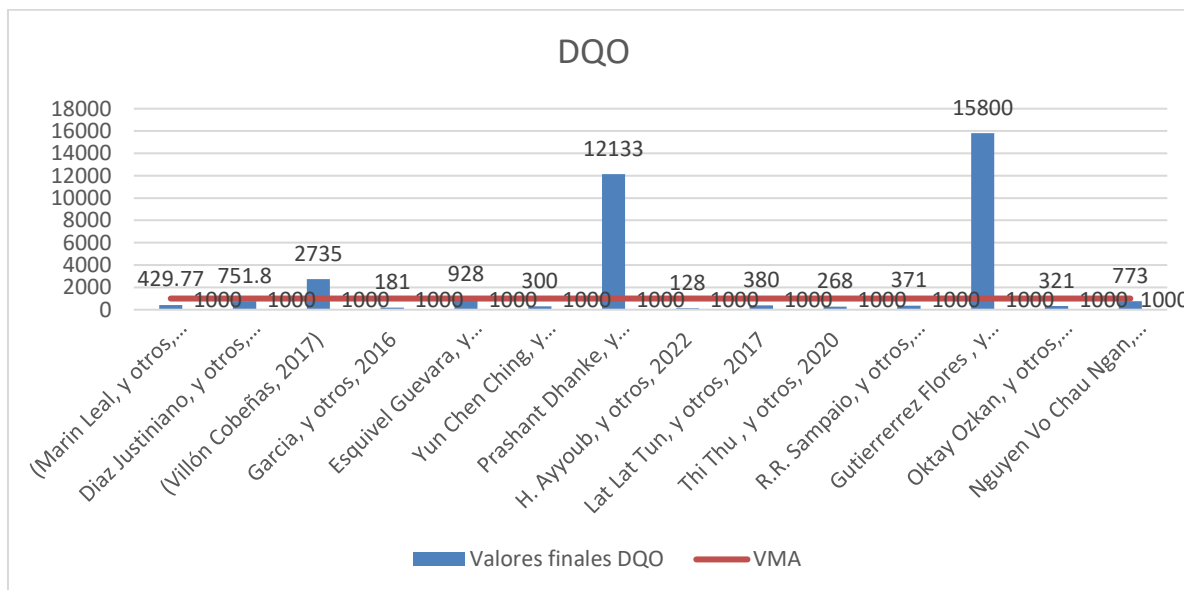
Gráfico 7: Evaluación final de DBO



Fuente: Elaboracion propia

En tal sentido, se analizó la efectividad propuesta por (Yun Chen Ching, y otros, 2017) del tratamiento mediante un biorreactor a escala con sistema de flujo continuo el cual demostró una efectividad del 99 % en la remoción para el parámetro de DBO; así mismo (H. Ayyoub, y otros, 2022) mediante el Tratamiento con un biorreactor de membrana (MBR) que combina un tratamiento biológico y una separación por membrana de ultrafiltración demostró tener una eficiencia d en 98% de remoción para DBO.

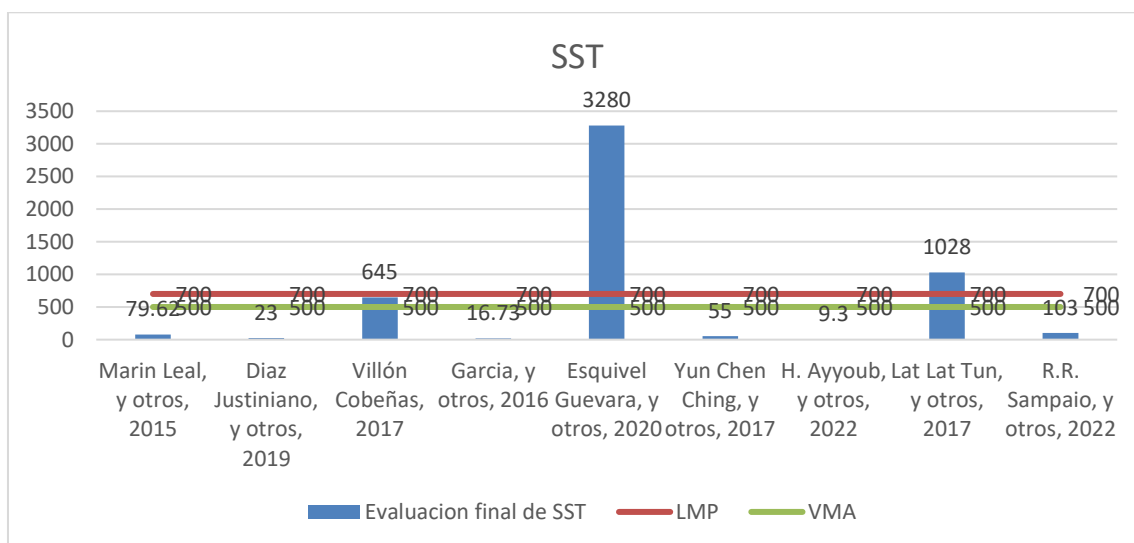
Gráfico 8: Evaluación final de DQO



Fuente: Elaboración propia

La mejor eficiencia demostrada para la reducción de DQO fue el método propuesto por (H. Ayyoub, y otros, 2022) quien demostró una efectividad del 97% mediante el tratamiento con un biorreactor de membrana (MBR) que combina un tratamiento biológico y una separación por membrana de ultrafiltración; del mismo modo (Diaz Justiniano, y otros, 2019) y (Esquivel Guevara, y otros, 2020) demostraron una eficiencia de un 93% de reducción de DQO.

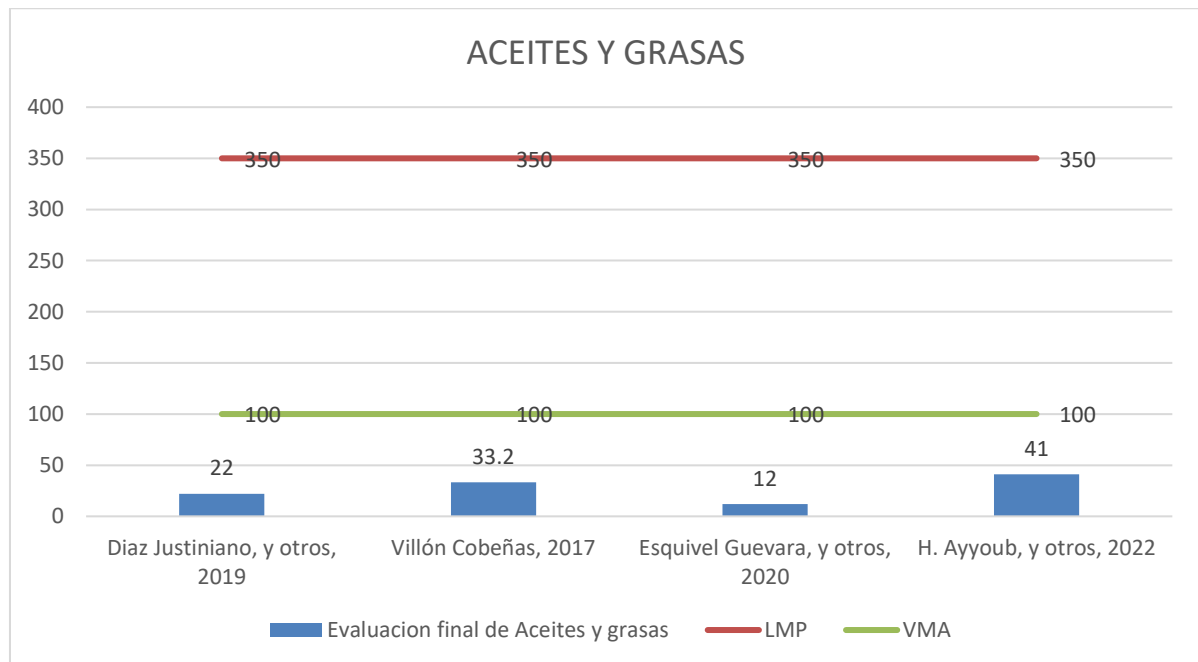
Gráfico 9: Evaluación final de SST



Fuente: Elaboración propia

Para la reducción de SST (Yun Chen Ching, y otros, 2017) quien propone el Tratamiento con un biorreactor a escala con sistema de flujo continuo demostró tener la mejor eficiencia para la remoción de SST con un 99% de remoción; así mismo (Diaz Justiniano, y otros, 2019) demostró mediante el Método de optimización del proceso Fenton (Fe^{2+} / H_2O) una eficiencia del 93.8%.

Gráfico 10: Evaluación final de Aceites y Grasas



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la revisión de los autores y sus resultados mostrados la mejor eficiencia para la remoción de A y G fueron los tratamientos establecidos por (Díaz Justiniano, y otros, 2019), (Esquivel Guevara, y otros, 2020) (Villón Cobeñas, 2017) con una reducción del 99%.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

- Al identificar las características del agua residual del procesamiento de la industria pesquera se encontró que los valores obtenidos incumplen con los valores máximos admisibles así como los límites máximos permisibles, siendo los valores más elevados para DBO, DQO, SST y AyG los valores de 18419 mg/L; 43705 mg/L ; 61800 mg/L ; 12200 mg/L respectivamente.
- Los métodos identificados para el presente estudio comprenden métodos biológicos, físicos y químicos, así como la combinación de ellos. Siendo los métodos mediante el uso de reactores discontinuos, optimización del proceso Fenton (Fe^{2+} / H_2O); sistema de equalización y/o homogenización, reactor de flujo forzado (serpentin de PVC) para la adición de aditivos químicos, sistema DAF (tipo krofta), Filtración por medios granulares; nanoburbujas de aire; Tratamiento con sales ácidas de quitosano preparadas a partir de quitosano obtenido por N-desacetilación de quitina de langosta común (*Panulirus argus*) como agente coagulante-floculante para el tratamiento de aguas residuales; biorreactor a escala con sistema de flujo continuo y el uso de un reactor de hidrocavitación
- Se revisaron los métodos eficientes para el tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera. Donde el método de tratamiento con mayor porcentaje de reducción para DBO con un 99% fue el método de Tratamiento con un biorreactor a escala con sistema de flujo continuo; así mismo el método con mejores resultados para DQO con un 93.2% fue el método de tratamiento con nanoburbujas; el método con mejores resultados para la remoción de SST con un 99% fue el método de Tratamiento con un biorreactor a escala con sistema de flujo continuo y para Aceite y Grasas con una remoción de un 99% fue el método de optimización del proceso Fenton (Fe^{2+} / H_2O)

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más revisiones sistemáticas sobre el tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera a nivel mundial a fin de contar con mayor información sobre el tema.
- Se recomienda realizar mayores estudios a nivel laboratorio y a escala industrial empleando las metodologías propuestas en el presente estudio a fin de obtener mayor información con respecto a los resultados y su efectividad en el tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera.
- Se recomienda tener en cuenta en los trabajos de investigación a nivel experimental los parámetros requeridos por las entidades fiscalizadoras del sector.

REFERENCIAS

- **Arias Lizarraga, Dulce Maria y Mendez Gomez, Evaristo. 2014.** Scielo. [En línea] 3 de Mayo de 2014. [Citado el: 12 de Marzo de 2022.] <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v5n3/v5n3a8.pdf>.
- **BBC NEWS. 2020.** BBC NEWS. *BBC NEWS*. [En línea] 4 de JUNIO de 2020. [Citado el: 28 de ENERO de 2021.] <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52915114>.
- **Cabrera Carranza, Carlos Francisco. 2002.** Biblioteca Central Pedro Zulen-UNMSM. [En línea] 2002. [Citado el: 14 de abril de 2022.] https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Ingenie/Cabrera_C_C/anejos.pdf.
- **Cabrera Estrada , Isabel, y otros. 2019.** Scielo. [En línea] 01 de Diciembre de 2019. [Citado el: 12 de Marzo de 2022.] <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n4/2223-4861-caz-46-04-28.pdf>.
- *Carbon uptake by mature Amazon forests has mitigated Amazon nation's carbon emissions.* **Phillips, Oliver L.; Brienen, Roel J. W.; collaboration, and the RAINFOR. 2017.** 2017.
- *Carbon uptake by mature Amazon.* **Phillips, Oliver L., Brienen, Roel J.W. y RAINFOR collaboration. 2017.** 12, s.l. : Carbon Balance and management, 2017.
- **Carrera Arutinco, Katherine Judith. 2019.** Repositorio Universidad Científica del Sur. [En línea] 2019. [Citado el: 19 de Marzo de 2022.] <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1510/TB-Carrera%20K-Ext.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- **Diaz Justiniano, Valeria Elizabeth y Ñaupari Berlanga, Kiara Estefanny. 2019.** Repositorio Universidad Cesar Vallejo. [En línea] 2019. [Citado el: 12

de Marzo de 2022.]
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51191/%c3%91aupari%20_BKE-%20Diaz_JVE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- **Espinoza Freire, Eudaldo Enrique y Toscano Ruiz, Darwin Fabian. 2015.** *Metodología de investigación educativa y técnica*. Machala : Universidad Técnica de Machala, 2015.
- **Esquivel Guevara, Alvaro Ernesto y Varas Oliva, Kevin Josephy. 2020.** RENATI. [En línea] 2020.
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2994748>.
- **García Sifuentes, Ceciclia Olivia, y otros. 2011.** TRATAMIENTO MULTI-ETAPAS DE AGUA DE COLA: EFECTO EN LA REMOCION DE MATERIA PRIMA. *Biblat*. [En línea] 2011. [Citado el: 12 de marzo de 2022.]
<https://biblat.unam.mx/hevila/Biotecnia/2011/vol13/no1/2.pdf>.
- **García, Mario, y otros. 2016.** semanticscholar. [En línea] 2016. [Citado el: 12 de Mayo de 2022.] <https://www.semanticscholar.org/paper/Treatment-of-Wastewater-from-Fish-Processing-using-Garc%C3%ADa/1df6f192ae4b0b30ad1819850682442d4043f008>. 2381-5299.
- **Gobierno Regional Piura. 2015.** *Sitios prioritarios y redes de conectividad*. Piura : s.n., 2015.
- **Gutierrez Flores , Abel y Morales Broncales, Keila Stefanie. 2022.** REPOSITORIO UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO. *UNITRU*. [En línea] 2022.
https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/19650/TESIS_GUTIERREZ%20Y%20MORALES_protegido.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- **Gutierrez Flores, Abel y Morales Broncales, Keila Stefanie. 2022.** UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO. [En línea] 2022. [Citado el: 12 de Julio de 2022.] <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/19650>.

- **H. Ayyoub, y otros. 2022.** Water Practice & Technology. [En línea] 2022. <https://iwaponline.com/wpt/article/17/6/1358/89088/Membrane-bioreactor-MBR-performance-in-fish>.
- **Hafida Ayyoub, y otros. 2022.** RESEARCHGATE. [En línea] MAYO de 2022. <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Sarra-Kitanou-2113091863>.
- **Hernandez Sanpieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Maria del Pilar. 2014.** *Metodologia de la investigacion* . Mexico : McGRAW-HILL, 2014.
- **INDUANALISIS. 2019.** INDUANALISIS. [En línea] junio de 2019. [Citado el: 12 de mayo de 2022.] https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31.
- **Kuan-Yeow Show, Joo-Hwa Tay y Yung-Tse Hung. 2016.** [En línea] agosto de 2016. [Citado el: 12 de Mayo de 2022.] https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1898957/mod_folder/content/0/material%20para%20a%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20de%20projetos/Seafood%20Processing%20Wastewater%20Treatment.pdf?forcedownload=1.
- **Lat Lat Tun, Su Su Hlaing y Tint Tint Kywe. 2017.** RESEARCHGATE. [En línea] Noviembre de 2017. [Citado el: 15 de mayo de 2022.] https://www.researchgate.net/publication/327068717_Physico-chemical_Process_for_Fish_Processing_Wastewater_Treatment.
- **Lopez Anchundia, Eduardo, Morales Predes , Edwin y Alvarado Zambrano, Sandy. 2019.** Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU . [En línea] 09 de 07 de 2019. [Citado el: 12 de mayo de 2022.] <https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/yaku/article/view/10.2600-5824>..
- **Lujan Carvajal, Nya Ximena. 2019.** Repositorio Universidad Nacional Agraria la Molina. [En línea] 2019. [Citado el: 12 de abril de 2022.]

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4240/lujan-carbajal-nya-ximena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- **Marin Leal, Julio Cesar, y otros. 2015.** Scielo. [En línea] 13 de febrero de 2015. [Citado el: 12 de abril de 2022.] http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702015000100003&script=sci_abstract&tlng=es.
- **MINAM. 2018.** SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION AMBIENTAL. [En línea] 2018. [Citado el: 20 de MAYO de 2022.] <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-limites-maximos-permisibles-efluentes-establecimientos>.
- **MINAM, MINISTERIO DEL AMBIENTE -. 2021.** *INFORME NACIONAL SOBRE EL ESTADO DEL AMBIENTE 2014-2019*. LIMA : s.n., 2021.
- **Nguyen Vo Chau Ngan, Luong Thi Diem Thuy y Dao Minh. 2017.** International Journal of Advanced Scientific Research and Management. *IJASRM*. [En línea] JUNIO de 2017. http://ijasrm.com/wp-content/uploads/2017/06/IJASRM_V2S6_272_46_51.pdf. 2455-6378.
- **Niño, Omayra Jazmín Campoverde. 2019.** *Tratamiento de aguas residuales de una empresa industrial*. Piura : s.n., 2019.
- **OEFA. 2014.** ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL. [En línea] ABRIL de 2014. [Citado el: 14 de Marzo de 2022.] https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827.
- **Oktay Ozkan, Merve Oguz y Ibrahim Uyanik. 2016.** RESEARCHGATE. [En línea] 2016. https://www.researchgate.net/profile/Alma-Mehmet/publication/305692254_Determination_of_Phenolic_Compounds_from_Turkish_Kermes_Oak_Quercus_Coccifera_L_Roots_By_High_Performance_Liquid_Chromatography_Its_Antimicrobial_Activities/links/57bc1b0908ae51eef1f61.1018-4619 .
- **ONU. 2020.** ONU MEDIO AMBIENTE. *ONU MEDIO AMBIENTE*. [En línea] 9

de Diciembre de 2020. [Citado el: 27 de ENERO de 2021.]
<https://www.unenvironment.org/es>.

- **Prashant Dhanke, Sameer Wagh y Nitin Kanse. 2017.** sciencedirect. [En línea] 2017. [Citado el: 12 de mayo de 2022.]
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.621>.
- **PRODUCE. 2019.** MINISTERIO DE LA PRODUCCION. [En línea] 30 de Enero de 2019. [Citado el: 14 de abril de 2022.]
https://www.produce.gob.pe/produce/descarga/dispositivos-legales/101472_1.pdf.
- **R.R. Sampaio, y otros. 2022.** SCIELO. [En línea] 2022. [Citado el: 2 de setiembre de 2022.] <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12588>.
- **Relat, Muntane J. 2010.** Introduccion a la investigacion basica. [En línea] 2010.
- **Salgado Levano, Ana Cecilia. 2007.** Investigacion cualitativa: diseños, evaluacion del rigor metodologico y retos. *SCIELO*. [En línea] 5 de Setiembre de 2007. [Citado el: 1 de Mayo de 2022.]
<http://www.scielo.org.pe/pdf/liber/v13n13/a09v13n13.pdf>.
- **Sanchez Carlessi, Hugo, Reyes Romero, Carlos y Mejia Saenz, Katia. 2018.** *MANUAL DE TÉRMINOS EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA*. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018.
- **Schettini, Patricia y Cortazzo , Ines. 2015.** *Analisis de datos cualitativos en la investigacion social*. Argentina : Universidad de la Plata, 2015.
- **SINIA. 2022.** Sistema Nacional de Informacion Ambiental. [En línea] 2022. [Citado el: 06 de 06 de 2022.] <https://sinia.minam.gob.pe>.
- **Thi Thu , Hoai Pham y Thi Mai , Huong Nguyenb. 2020.** RESEARCHGATE. [En línea] enero de 2020.
https://www.researchgate.net/publication/338308080_A_study_to_use_activated_sludge_anaerobic_combining_aerobic_for_treatment_of_high_salt_seaf

ood_processing_wastewater.

- **UNESCO. 2017.** *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017*. PARIS : s.n., 2017.
- **—.** 2017. UNESDOC BIBLIOTECA DIGITAL. [En línea] 2017. [Citado el: 12 de Abril de 2022.] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374903_spa?1=null&queryId=N-EXPLORE-fab4f68b-4a35-4810-8d97-f9f319ef3068.
- **Villón Cobeñas, José Manuel. 2017.** REPOSITORIO UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. [En línea] 2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59411>.
- **Yun Chen Ching y Ghufan Redzwan. 2017.** RESEARCHGATE. [En línea] 2017. https://www.researchgate.net/publication/318491636_Biological_Treatment_of_Fish_Processing_Saline_Wastewater_for_Reuse_as_Liquid_Fertilizer.

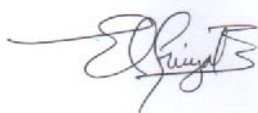
ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de Categorización Apriorística

| MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN APRIORÍSTICA | | | |
|---|---|--|--|
| Objetivo general: Determinar la eficiencia de los métodos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera | | | |
| Objetivos específicos | Problemas específicos | Categoría | Sub categoría |
| Describir las características del agua residual. | ¿Cuáles son las características de las aguas residuales de la industria pesquera? | Características de las aguas residuales | -DBO5 -DQO -SST -Aceites y grasas |
| Identificar los métodos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera e | ¿Cuáles son los métodos aplicados en el tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera? | Métodos aplicados en el tratamiento de aguas residuales | Método de tratamiento aplicado Físico Químico Biológico |
| Identificar las metodologías más eficientes en el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera. | ¿Cuáles son las metodologías más eficientes en el tratamiento de las aguas residuales de la industria pesquera? | Metodologías más eficientes en el tratamiento de las aguas residuales. | Parámetros: -Aceites y grasas -Potencias de hidrogeno -SST -DBO5 -DQO |

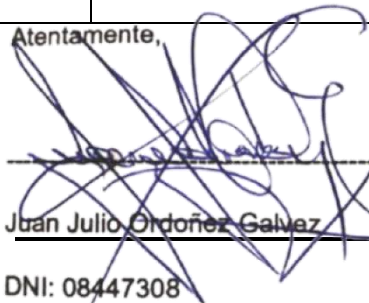

ANEXO 02: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS -VALIDACION POR EXPERTOS

| | | | | | | | | |
|---|---|---|------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|--|
|  | | FORMATO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | | | | | INSTRUMENTO: N°01 | |
| TÍTULO: | | Eficiencia de los métodos para el tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera: Revisión sistemática 2022 | | | | | | |
| LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales | | | | | | | |
| FACULTAD : | Ingeniería Ambiental | | | | | | | |
| AUTOR: | Leslie Michelle Zender Ramirez | | | | | | | |
| ASESOR: | MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel | | | | | | | |
| FECHA: | 31 de agosto del 2022 | | | | | | | |
| AUTORES | AÑO | PALABRAS CLAVE | OBJETIVOS | CARACTERISTICAS AGUA RESIDUAL | METODO TRATAMIENTO | RESULTADOS | CONCLUSIONES | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán
CIP: 92135

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Espinoza Farfán, Eduardo Ronald
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Director Nacional de la Escuela de Ing. Ambiental – UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental y de recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento: Formato de recolección de información
- 1.5. Autor (a) del instrumento: Zender Ramirez, Leslie Michelle

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|---|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible | | | | | | | | | | | | X | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos | | | | | | | | | | | | X | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación | | | | | | | | | | | | X | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica | | | | | | | | | | | | X | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | | X | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | | | X | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos | | | | | | | | | | | | X | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores | | | | | | | | | | | | X | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis | | | | | | | | | | | | X | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico | | | | | | | | | | | | X | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

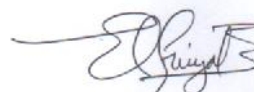
- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 31 de agosto del 2022



Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**V. DATOS GENERALES**

- 1.6. Apellidos y Nombres: Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez
 1.7. Cargo o institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental y de recursos naturales Nombre del instrumento: Formato de recolección de información
 1.9. Autor (a) del instrumento: Zender Ramirez, Leslie Michelle

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|---|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico | | | | | | | | | | X | | | |

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Atentamente, Lima, 31 de agosto del 2022



 Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Eficiencia de los métodos para el tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera: Revisión sistemática", cuyo autor es ZENDER RAMIREZ LESLIE MICHELLE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 04 de Setiembre del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|--|
| QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL DNI: 06082600 ORCID: 0000-0001-7889 -7928 | Firmado electrónicamente por: WLSAMUELQUP el 07-09-2022 15:29:58 |

Código documento Trilce: TRI - 0426544