



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Aplicación del proceso fenton para la reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Br. Noé Maza, Crystian Antony (ORCID: 0000-0002-3587-7502)

ASESOR:

Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio (ORCID: 0000-0001-6837-7347)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

Lima – Perú

2019

Dedicatoria

A mis padres por su educación, esfuerzo, fortaleza y perseverancia para que cada día sea mejor, por sus invaluable consejos para nunca dejar de seguir mis objetivos. A mi familia, en especial a mis hermanos y mi tía Rosa Maza, por su apoyo incondicional que me motivan a seguir consiguiendo todo lo que me propongo.

Agradecimiento

A Dios por la salud y bienestar que me brinda día a día, por la fortaleza que me da para afrontar cada obstáculo.

A la Universidad César Vallejo, por darme las herramientas para lograr mis objetivos académicos, así mismo al Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar y al Químico Sigfredo Alexander Quintana Paetán por sus conocimientos brindados que los ofrecen sin mezquindad y sobre todo por los consejos que me han dado para el desarrollo de mi trabajo de investigación.

A mis amigos, compañeros y todas aquellas personas que, a través de su apoyo incondicional me han guiado por el camino correcto para ser cada día mejor.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Acta de aprobación de tesis	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
ÍNDICE	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MÉTODO	30
2.1 Tipo y diseño de investigación	30
2.2 Operacionalización de variables	31
2.3 Población, muestra y unidad de análisis	33
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	33
2.5 Procedimiento	34
2.6 Método de análisis de datos	42
2.7 Aspectos éticos	42
III. RESULTADOS	43
IV. DISCUSIÓN	73
V. CONCLUSIONES	76
VI. RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS	78
ANEXOS	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de proceso de oxidación avanzada.....	18
Figura 2: Proceso productivo de la harina y aceite de pescado.....	22
Figura 3: DBO ₅ en comparación a la muestra inicial.....	45
Figura 4: DQO en comparación a la muestra inicial.....	50
Figura 5: Aceites y grasas en comparación a la muestra inicial	55
Figura 6: Sólidos suspendidos totales en comparación a la muestra inicial	60
Figura 7: Turbidez en comparación a la muestra inicial	65
<i>Figura 8: Conductividad eléctrica en comparación a la muestra inicial.....</i>	69
Figura 09: Adición de bencina a la pera de decantación para la determinación de aceites y grasas...	110
Figura 10: Extracción de la parte orgánica (aceites y grasas) con solvente (bencina).....	110
Figura 11: Centrifugación de tubos de ensayo para la determinación de aceites y grasas.....	110
Figura 12: Tubo de digestión para la determinación de la demanda química de oxígeno	110
Figura 13: Tubos de digestión en el reactor para la determinación de DQO	111
Figura 14: Lectura en el espectrofotómetro para la determinación de DQO	111
Figura 15: Botellas esterilizadas para la determinación de DBO ₅	111
Figura 16: Determinación de la turbidez de la muestra inicial mediante el turbidímetro	111
Figura 17: Determinación de pH de los tratamientos	112
Figura 18: Agitación en el equipo de test de jarras.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Operacionalización	31
Tabla 2: Matriz de Consistencia.....	32
Tabla 3: Validación de instrumentos.....	34
Tabla 4: <i>Tratamientos propuestos</i>	36
Tabla 6: Análisis del agua de bombeo	43
Tabla 7: Demanda bioquímica de oxígeno.....	44
Tabla 8: Prueba de normalidad de DBO ₅	45
Tabla 9: Prueba de ANOVA de DBO ₅	46
Tabla 10: Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de DBO ₅	47
Tabla 11: Análisis de la demanda química de oxígeno	49
Tabla 12: Prueba de normalidad de la DQO	50
Tabla 13: Prueba de ANOVA de la DQO	51
Tabla 14: Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de la DQO.....	52
Tabla 15: Análisis de aceites y grasas.....	54
Tabla 16: Prueba de normalidad de aceites y grasas.....	55
Tabla 17: Prueba de ANOVA de aceites y grasas.....	56
Tabla 18: Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de aceites y grasas	57
Tabla 19: Análisis de sólidos suspendidos totales	59
Tabla 20: Prueba de normalidad de sólidos suspendidos totales.....	60
Tabla 21: Prueba de ANOVA de sólidos suspendidos totales	61
Tabla 22: Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de sólidos suspendidos totales	62
Tabla 23: Análisis de turbidez.....	64
Tabla 24: Prueba de normalidad de la turbidez.....	65
Tabla 26: <i>Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de la turbidez</i>	67
Tabla 29: <i>Prueba de ANOVA de conductividad eléctrica</i>	70

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el porcentaje de reducción de materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera mediante la aplicación del proceso fenton. El proceso fenton pertenece a los procesos de oxidación avanzada, en el cual se producen radicales altamente reactivos del hidroxilo (OH) usando peróxido de hidrogeno y catalizado con metales de transición, generalmente, el sulfato de hierro. El tipo de investigación fue aplicada con diseño experimental y nivel explicativo. La población del estudio son las aguas de bombeo de la industria pesquera y la muestra fue de 40.5 litros. Para la evaluación de los indicadores se usaron instrumentos como: fichas de caracterización inicial, resultados de parámetros fisicoquímicos y comparación de la muestra inicial con mejores tratamientos. El volumen de las muestras fue de 1.5 L debido a la cantidad de parámetros evaluados, estas fueron filtradas antes y después de aplicar el proceso fenton, se realizó ocho tratamientos a diferentes dosis de sulfato de hierro (FeSO_4), peróxido de hidrogeno (H_2O_2) y dos diferentes tiempos de contacto, a temperatura ambiente y a un rango de pH entre 3 a 3.5, las muestras se llevaron a los ensayos de pruebas de jarras con agitación de 250 revoluciones por minuto (rpm). Los resultados obtenidos indican que con el tratamiento número ocho (5 gramos de sulfato de hierro y 40 mL de peróxido de hidrogeno) a un tiempo de contacto de 90 minutos, se obtuvo una remoción del 89.27% para DBO_5 , 75.67% para DQO, 98.06% de aceites y grasas y 97.70% de sólidos suspendidos totales. Finalmente se concluye que, el proceso fenton si es capaz de remover materia orgánica y podría ser aplicados en el agua de bombeo de la industria pesquera.

Palabras Claves: agua de bombeo, proceso fenton, materia orgánica, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno.

ABSTRACT

The purpose of this research work was to determine the percentage of reduction of organic matter present in the pumping water of the fishing industry through the application of the fenton process. The fenton process belongs to advanced oxidation processes, in which highly reactive hydroxyl (OH) radicals are produced using hydrogen peroxide and transition metal catalyzed, generally, iron sulfate. The type of research was applied with experimental design and explanatory level. The study population is the pumping waters of the fishing industry and the sample of 40.5 liters. For the evaluation of the indicators, instruments such as: initial characterization sheets, results of physicochemical parameters and comparison of the initial sample with better treatments are used. The volume of the samples was 1.5 L due to the number of parameters evaluated, these were filtered before and after applying the fenton process, eight treatments were carried out at different doses of iron sulfate (FeSO_4), hydrogen peroxide (H_2O_2) and two different contact times, an ambient temperature and a pH range between 3 to 3.5, the samples are tested to the jar test tests with agitation of 250 revolutions per minute (rpm). The results were with treatment number eight (5 grams of iron sulfate and 40 ml of hydrogen peroxide) at a contact time of 90 minutes, obtained a removal of 89.27% for BOD5, 75.67% for COD, 98.06% of oils and fats and 97.70% of total suspended solids. Finally, it is concluded that the fenton process is capable of removing organic matter and could be applied in the pumping water of the fishing industry.

Keywords: pumping water, fenton process, organic matter, oxygen biochemical demand, chemical oxygen demand.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las actividades antropogénicas tienen mucho énfasis en la producción de harina y aceite de pescado; pues según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en su informe técnico N°016-25 de enero 2019 denominado “Avance coyuntural de la actividad económica”, la producción del sector pesca creció 225.88% en diciembre del 2018, en comparación con el año 2017. (2019)

En nuestro país la afluencia de industrias pesqueras es considerable, con esto también aumenta el uso del agua sea dulce y/o salada, Paredes (2005) señala que hasta el año 2007, nuestro país tenía más de 100 empresas netamente dedicada a la producción de harina de pescado, las cuales generaban 14 007 090 toneladas mensuales de esta harina de pescado, de manera que para la producción de 1 tonelada de harina se usa 3 veces más la cantidad agua. Para la producción de harina de pescado se usan grandes cantidades de este producto derivado del mar, este pasa por diferentes procesos y etapas generando efluentes altamente contaminantes los que posteriormente son devueltos al mar, alterando así las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua; este efluente se deriva del bombeo y circulación del agua que se emplea en los sistemas húmedos de descarga de pescados y en el lavado normal de las fosas de almacenamiento de pescados (p. 30).

Si bien es sabido que la industria pesquera tiene un gran impacto en la economía de nuestro país, durante su producción se generan aspectos ambientales como los efluentes y gases que son consecuencia de sus procesos; los residuos líquidos podrían afectar no solo la calidad del agua sino también el cuerpo receptor y el ecosistema que habita ahí. En nuestro país se saben de casos de contaminación del cuerpo marino, donde las actividades pesqueras han tenido gran influencia como las de las bahías de Callao, Chimbote, Pisco – Paracas, Chancay y Paita; Según Sánchez, Orozco y Jacinto afirma que la actividad pesquera a través de sus efluentes provenientes de la descarga de pescado (agua de bombeo) y de la producción (agua de cola y sanguaza), llevan alto contenido de materia orgánica nitrogenada, aceites y grasas, las cuales al llegar al medio marino causan agotamiento del oxígeno en su proceso de descomposición provocando medios anóxicos carentes de vida y producción de gases tóxicos (1998, p.8).

Es por ello que se propone la aplicación del proceso fenton, el cuál por la presencia del peróxido de hidrogeno y sulfato de hierro se pretende oxidar la materia orgánica.

Con respecto al proceso fenton solar, Granjeiro, Rodrigues, Honorato y Marinho (2018), optimizó el proceso fenton-foto solar en el tratamiento de los lixiviados de los vertederos, en cuanto a la metodología se acidificaron 17 muestras utilizando ácido sulfúrico, posteriormente se agregó heptahidrato de sulfato ferroso, después de los 17 ensayos que contienen un volumen de 100 mL fueron sometidos al sol por 3 horas; en cuanto a los resultados se obtuvo reducción de 11751.05 mg/L a 3845.55 mg/L de DQO representando el 67.25% de la carga orgánica de los lixiviados después de 3 horas de la fotocatalisis. En síntesis, el proceso de foto-fenton solar se destaca como una alternativa en el tratamiento de los lixiviados de los vertederos (2018, p. 500).

Ramos (2018), en su investigación determinó la influencia de los reactivos concentración de hierro y peróxido de hidrogeno así como la reducción de la demanda química de oxígeno, analizó los desechos líquidos altamente tóxicos de un laboratorio químico, hizo 10 experimentos variando el peróxido de hidrogeno entre 100-200 mL y el hierro entre 3-15 g/L en 2 horas de contacto; los resultados que obtuvo fueron que la DQO inicial se redujo de 67000 a 1793 mg/L significando el 97.3% de remoción, además señala que esta remoción se obtuvo con 100 mL de peróxido de hidrogeno y 15 g de hierro, concluyeron que el proceso fenton es capaz de destruir contaminantes y degradarlos hasta especies menos peligrosas, además señalo que es un tratamiento sencillo y económicamente viable.

Con respecto al proceso fenton sobre el DQO los autores Taco y Mayorga (2013) en su artículo científico disminuyeron la materia orgánica presente en el agua residual, el procedimiento experimental llevó la toma de muestra el cual se le ajustó el pH con ácido sulfúrico a un rango de pH entre 2.5 a 3 , posteriormente se agregó sulfato de hierro heptahidratado y peróxido de hidrogeno según las cantidades propuestas, la agitación fue mecánica a 200 rpm y a temperatura ambiente, los resultados demuestran que la DQO inicial fue de 357,14 mg O₂/L la cual disminuyó hasta 36.87 mg O₂/L

representando una reducción del 89.68% en un tiempo de 352 minutos y a un pH de 3, los autores concluyeron que no es necesario un control exhausto del pH siempre y cuando sea un pH ácido de 2.5 a 3, además indicaron que el proceso fenton es eficaz en la remoción de materia orgánica contenida en aguas residuales de industria termoeléctrica (p.25).

Alvarado (2016), en su trabajo de investigación trato los lixiviados generados en el relleno sanitario mediante reacción fenton además de determinar una dosis óptima de reactivos, la metodología que aplicó fue de acidificar las muestras a pH aproximado de 4, agregó dosis de 200, 400, 600 y 800 g de sulfato ferroso y 200, 400, 600 y 800 mL de peróxido el cual se agitó durante 30 minutos a 100 rpm y se dejó reposar por 6 días, la caracterización inicial demostró que la muestra contenía 8350 mg/L de DBO₅ y 15400 mg/L de DQO, luego de aplicado el proceso fenton la muestra indicó que la DBO₅ redujo a 2530 mg/L representando una remoción de 84.3% de igual forma la DQO redujo a 8008 mg/L representando el 74%, estos resultados se dieron con una dosis de 200 g de sulfato de hierro y 200 mL de peróxido de hidrogeno. La autora concluyó que las técnicas usadas son pocas costosas, con pocas cantidades de reactivos y con corto tiempo de contacto (p.80)

San pedro – Cedillo, et al. (2016), en su investigación disminuyeron los contaminantes del lixiviado e hicieron comparación entre la adsorción y fenton-adsorción usando carbón activado granular, se tomó el volumen de muestra de 1 L, luego se añadió los reactivos además del carbón activado granular las muestras se ajustaron a pH 3 usando ácido sulfúrico (H₂SO₄), el tiempo de contacto fue de 1 hora y se filtró con papel filtro de 20-25µm se realizó el análisis inicial y final del lixiviado los resultados indicando que la remoción mediante el tratamiento de fenton-adsorción, redujo de 861 mg/L a 26.77 mg/L la DBO₅ lo cual represento el 96.89%, en cuanto a la DQO se redujo de 10193 mg/L a 4.077 mg/L el 99.96%, con respecto a los sólidos suspendidos totales disminuyó de 360 mg/L a 73 mg/L el cual representó una remoción de 79.65%, los autores concluyeron que el proceso fenton con adsorción granular reduce los parámetros de materia orgánica a más del 90%.

Jácome (2016), en su investigación disminuyó la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales en los lixiviados generados en el rellano sanitario mediante técnica fenton, la metodología señala que se agregó 200g FeSO₄ y 20mL H₂O₂ que fueron aumentando paulatinamente hasta 600g FeSO₄ y 60mL de H₂O₂, con un tiempo de contacto de 30 minutos a temperatura ambiente y el pH del lixiviado era ácido no habiendo necesidad de acidificar, los resultados indicaron disminución del 46.87% de DQO disminuyendo de 6400 mg/L a 3400 mg/L, mientras que la remoción de DBO₅ obtuvo un porcentaje de 50.78% disminuyendo de 2133 mg/L a 1050 mg/L, a su vez los sólidos suspendidos totales el cual representó una remoción de 67.36% reduciendo de 570 mg/L a 186 mg/L. Concluyendo que el proceso fenton es una método eficaz para la remoción de DBO₅, DQO y SST.

Aranibar (2016), en su investigación determinó la dosis óptima de reactivo fenton para la reducción de DQO, DBO₅ y metales pesados del lixiviado, la metodología que siguió la autora fue acidificar las muestras a un rango de pH entre 2.5 a 3, se tomó 1 litro por cada muestra al cual se le agrego el sulfato ferroso y el peróxido de hidrogeno durante 25 minutos de contacto a 200 rpm y luego a 100 rpm, una vez acabada la reacción lo dejo reposar por 24 horas, los resultados obtenidos indicaron que la DBO inicial fue de 31813.33 mg/L transcurrido el proceso fenton se determinó que se redujo a 883.33 representando el 97.2% de remoción, además la DQO inicial fue de 57807 mg/L reduciendo a 12838.54 mg/L reduciendo el 77.79%. En cuanto la dosis óptima de reactivo fenton fue de 120 mL de H₂O₂ y 5000 mg/L de FeSO₄. En síntesis, la investigadora señalo que se evidencio una notable reducción en la concentración de materia orgánica contenida en el lixiviado.

Vidal, Salguiero, Lopes y Carbonelli (2017), en su investigación redujeron la concentración de los contaminantes con el proceso fenton a diferentes dosis de reactivo, aplicaron el tratamiento por un periodo de dos horas, tras este periodo de exposición se evaluó la DQO el cual se redujo de 24394 mg/L a 5264.22 mg/L el cual redujo en 78,42%, el autor recomienda el proceso fenton para la reducción de dicho parámetros ya

que se usó cantidades mínimas de reactivo teniendo alta eficacia en la remoción de demanda química de oxígeno

Ávila y Silva (2010), en dicha tesis determinaron qué tan factible es el tratamiento de lixiviados diluidos con agua residuales domesticas aplicando el proceso fenton, en cuanto a la metodología se aplicó el proceso fenton a diferentes dosis y tiempos de contacto, en la caracterización inicial se calculó que el porcentaje de materia orgánica presente en las muestras. El autor concluye que técnicamente es factible debido a que en este proceso la remoción de DBO_5 es de 93 %, disminuyendo de 2254 mg/L a 157.78 mg/L cuando la concentración de lixiviado en el agua residual es del 2%.

Silva, et al. (2016), en su investigación evaluaron el potencial de oxidación avanzado (reactivo foto-fenton) para tratar aguas residuales de laboratorio. La metodología usada para la aplicación de reactivo fenton se empleó dos fases de rotación con el equipo de jar test; mezcla rápida a 300 rpm durante 20 segundos con la adición de hierro (Fe^{+2}) y mezcla lenta a 30 rpm durante 6 minutos y 10 segundos con la adición de peróxido de hidrógeno, seguido de 60 minutos de sedimentación a temperatura ambiente. La eliminación fue entre 70 y 77% de DQO el cual se logró usando solo 90 minutos.

Rubio, et al. (2013), determinó la influencia del pH en el tratamiento de aguas residuales mediante el proceso fenton, aplicó el proceso fenton en un agua con un pH neutro y luego la aplicó con un agua de un pH ácido, ambas muestras estuvieron sometidas a las mismas condiciones climáticas, a estas muestras se le adicionó la dosis H_2O_2 igual a 1:1 $\text{Fe}:\text{H}_2\text{O}_2$, determino que, el proceso fenton no generó ningún tipo de cambios en el agua residual con pH neutro en cambio al agua residual con pH ácido disminuyó la demanda química de oxígeno en un 86%, demanda bioquímica de oxígeno disminuyó en 63%. Los autores concluyeron que el tratamiento fenton debe ser aplicado en aguas con pH ácido entre 3 a 4, ya que en este rango se dan las condiciones óptimas para la oxidación de materia orgánica.

Ramírez, et al. (2017), evaluó el tratamiento fenton con diferentes pH, siendo pH de (2.5, 3.5 y 4.5 en la reducción de contaminantes orgánicos de lixiviados pretratados, el procedimiento usado a que ello el lixiviado se tuvo que acidificar con ácido sulfúrico (H_2SO_4), en seguida se añadió el catalizador y el agente oxidante, las muestras se llevaron al equipo de jarras a 120 rpm por 1 hora, seguidamente se neutralizó la muestra con NaOH 1.5 M y se dejó coagular/flocular por un tiempo de 20 min a 30 rpm, posteriormente se dejó reposar la muestra por una hora. Los resultados demuestran la reducción de 938 mg/L a 197.26 mg/L de DQO representando el 78.97% esta reducción se obtuvo bajo las condiciones de pH 3.5, a su vez se determinó que la remoción de color en las muestras oscila entre el 90-98%. Se concluyó que el tratamiento fenton debe ser aplicado en pH de 3.5 además el proceso fenton es un tratamiento eficaz en la eliminación de contaminantes de difícil degradación a partir de pocos reactivos que son amigables y fáciles de manipular.

Souza, Oliveira y Lourenco (2018), en su investigación evaluó la eficiencia de la remoción de materia orgánica a través de la aplicación del reactivo fenton en lixiviados, se utilizó peróxido de hidrógeno el 29% y los (Fe^{+2}) proceden del sulfato ferroso heptahidratado $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Los ensayos se realizaron en los jarros de un aparato jar-test, en cada uno una de las seis jarras se colocó 1 litro de lixiviado previamente tratado biológicamente. Antes de la mezcla de los reactivos de fenton, peróxido de hidrógeno y sulfato ferroso, cada muestra de lixiviado se corrigió el pH aun aproximado de 3.5 con solución de H_2SO_4 6N. El proceso físico-químico alcanzó el 94,6% en la remoción de DQO, con 35mL de peróxido de hidrógeno 10 g de sulfato de hierro a un pH de aproximadamente 3,5.

Pereira y Brito (2018), evaluaron el valor potencial de los procesos de oxidación avanzada (AOP) (reactivo de fenton) y la tecnologías de filtración lenta en arena; como parte del procedimiento primero se caracterizó la muestra dando resultados de 1400 mg/L de demanda química de oxígeno (DQO) concentración de hierro soluble total (2,33 y 6.50 mg/L), valores de pH (3.00 y 5.00) y concentración de peróxido de hidrógeno (100.00 y 200.00 mg/L); haciendo un total de ocho experimentos. Se obtuvo los

siguientes resultados; la integración de las tecnologías de tratamiento hizo posible alcanzar una tasa de eliminación del 75,27% de DQO. En conclusión, la integración del reactivo fenton con filtración lenta con arena es aceptable para la disminución de DQO.

Medina, Montero y Cruz (2016) en su investigación disminuyeron la demanda química de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO) aplicando fenton, se llevó a cabo la caracterización inicial teniendo como resultados que para el lixiviado del relleno sanitario “aguas vírgenes” en época de lluvia el DBO₅ resulto ser de 328.5 mg/L, DQO se determinó en 2221.87 mg/L, solidos totales 1214, turbidez 1240 NTU por otro lado en el relleno sanitario “El edén” se obtuvieron como resultado inicial 8250 mg/L de DBO₅, 13187 mg/L de DQO, solidos totales 2335 mg/L, turbidez 1600 NTU. La metodología empleada por los autores consistió en realizar 15 pruebas iniciales con dos repeticiones se adiciono sulfato ferroso, en seguida se mezcló durante 5 minutos a 50 rpm, luego se redujo a 30 rpm y finalmente se adicionó peróxido de hidrogeno, evitando la formación excesiva de espumas. Los valores óptimos se determinaron en época de lluvia (pH = 3,19, FeSO₄ = 1645,55 mg/L y H₂O₂ = 1096,55 mg/L). Asimismo, determinaron que el tiempo de contacto óptimo es de 20 minutos.

Las teorías que se utilizan en la investigación son los siguientes:

Según Bes, Silva y Bengoa (2018, p.10), los procesos de oxidación avanzada por sus siglas POA se basan en procesos fisicoquímicos capaces de producir cambios profundos en la estructura química de los contaminantes, que involucran la generación y uso de especies poderosas transitoria, principalmente el radical hidroxilo (OH).

Además, la generación de radicales se realiza a partir de oxígeno, agua oxigenada y catalizadores soportados, por lo que los subproductos de reacción son únicamente agua y dióxido de carbono.

Este radical posee alta efectividad para la oxidación de materia orgánica en condiciones de presión y temperatura ambiente, hasta la mineralización completa de estos contaminantes. Debido a la altísima reactividad de estas especies es posible eliminar tanto compuestos orgánicos como inorgánicos logrando así una reducción de demanda química de oxígeno, carbono orgánico total y toxicidad en las aguas residuales tratadas. Así, la generación de radicales hidroxilos se puede acelerar por la combinación de algunos agentes oxidantes como ozono, peróxido de hidrogeno, radiación UV, sales de hierro [Fe (II) y Fe (III)] y catalizadores como dióxido de titanio.

En la Figura 1 se detalla los procesos de oxidación avanzada y sus tipos de clases procesos heterogéneos y procesos homogéneos, a su vez los procesos homogéneos se dividen en procesos no fotoquímicos y procesos fotoquímicos en función de la participación de la luz en el proceso.

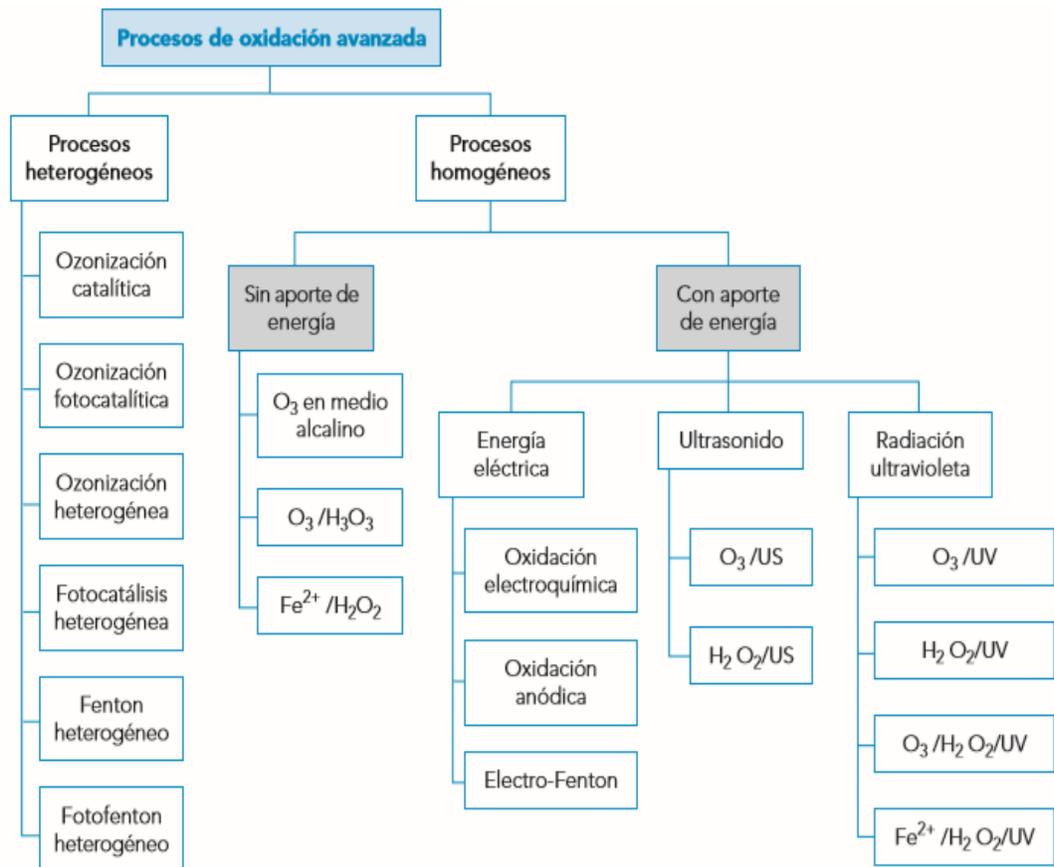
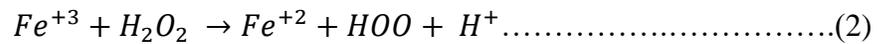


Figura 1: Tipos de proceso de oxidación avanzada

Fuente: Tecnología de tratamiento de agua para su reutilización, 2010.

El proceso Fenton consiste en la adición de sales de hierro como catalizador en presencia de H₂O₂ es un método clásico de producción de radicales HO. Según Bes, Silva y Bengoa (2018), este POA se conoce como proceso de fenton, en reconocimiento por la importante contribución realizada por el investigador británico Henry John H. Fenton a finales del siglo XIX (H.J.H. Fenton). En este proceso, los radicales HO se forman a partir de la interacción entre H₂O₂ y hierro ferroso (Fe⁺²) en medio ácido, en un mecanismo desarrollado de acuerdo con la ecuación 1. Como el hierro es un catalizador, no se consume durante el proceso, por el contrario, el Fe⁺² se regenera a partir del hierro férrico (Fe⁺³), como se describe en la ecuación 2. Normalmente el hierro es añadido como una sal ferrosa, sobre todo sulfato de hierro (II) (p.35).



Es uno de los métodos físicos-químicos más prometedores para el tratamiento de aguas residuales, este proceso empieza con la oxidación de la carga contaminante, el sulfato ferroso y el peróxido de hidrogeno dan la formación de la reacción fenton para que este proceso se efectué se necesita trabajar a condiciones óptimas como son a una presión atmosférica, a temperatura aproximada de 20 °C, el pH debe encontrarse en un rango ácido. La técnica fenton implica una variación fundamental de los compuestos orgánicos y la oxidación parcial que provoca una reducción de la toxicidad de los efluentes y oxidación total de los compuestos. El radical libre es reactivo y se origina debido a la disgregación catalítica del peróxido de hidrogeno en un medio ácido, unos compuestos son más refractarios que otros requiriendo de temperatura elevadas para su cumplimiento. El reactivo fenton se usa especialmente para la eliminación de contaminantes presentes en los lixiviados, la reacción puede darse por oxidación inicial a valores bajos de pH aproximadamente de 3 y porque el reactivo fenton no es indispensablemente una coagulación.

Para Sánchez, el proceso fenton consiste en la adición de peróxido de hidrogeno en un 35% más la adición de sulfato de hierro a un agua con diversos factores de alteración física o química, en la cual inmediatamente tras esta adición de estos compuestos empiezan las reacciones, en las cuales se produce la degradación de los compuestos orgánicos presentes, el proceso se realiza durante un periodo de exposición que oscilen entre 30 minutos a 120 minutos (2015, p.8). Entre los principales factores que influyen en el proceso fenton, se tiene al pH, el cual debe tener la principal característica de ser ácido, este debe encontrarse entre un rango aproximado de 3 a 4, respecto a ello Zazo (2004) señala que el pH tiene una gran influencia sobre la marcha del proceso, su efecto está relacionado con el estado de oxidación en el que se encuentra el catalizador y que a su vez, influye en la generación de radicales, el pH establecido como óptimo para el proceso fenton es 3. Por otro lado, Szpyrkowicz, Juzzolino y Kaul (2001, p.2135) indican que a valores superiores de pH, el Fe^{+3} precipita como $\text{Fe}(\text{OH})^3$, este descompone el H_2O_2 en O_2 y H_2O .

Por otro lado, a pH muy ácido, y a partir de Fe (II), se produce la formación de $\text{Fe}(\text{OOH})^{+2}$ que reacciona muy lentamente con el H_2O_2 obstaculizando la generación de OH, asimismo la reacción entre OH y H^+ empieza a ser importante en estas condiciones, donde se ha formado la especie $\text{Fe}(\text{OOH})^{2+}$, y la regeneración del catalizador por el H_2O_2 se ve inhibida (Pignatello, 1992, p.950). Se recomienda que el agua al que se le aplique este proceso tenga este rango de pH, ya que de esta forma se logrará que el hierro permita la oxidación de los contaminantes u otros cuerpos orgánicos presentes en el agua. La temperatura es otro factor el cual influye mucho en la aplicación del proceso fenton, es recomendable el agua en el cual se aplique este proceso la temperatura debe ser aproximada a los 20°C , a su vez algunos autores mencionan que con unas temperaturas de 40°C a 50°C , es más recomendable aplicarlo ya que a estas temperaturas, es más rápido la reacción del proceso, generando así un aumento de la solubilidad del oxígeno disuelto presente en el agua.

El sulfato de hierro (FeSO_4) es un compuesto químico iónico de fórmula FeSO_4 también llamado sulfato ferroso, entre sus características se menciona que tiene un peso molecular de 267.91(kg/mol), pureza al 98%, contenido de hierro 19.6 % y su contenido de azufre es de 33.8% (Durán, 2011, p.24).

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es un líquido viscoso que no presenta color, también es llamado agua oxigenada que hierve a 150 °C. Sus partículas del peróxido de hidrogeno están unidas mediante enlaces de hidrogeno, entre sus principales cualidades se puede mencionar que cuando se calienta el líquido puro puede descomponerse e incluso explosivamente. Este producto químico es de gran importancia en las industrias por sus múltiples aplicaciones. (Méndez, et al., 2010)

El proceso de la obtención de harina se detalla en la Figura 2, en el cual se aprecia las distintas etapas de la obtención de la harina de pescado la que comienza con la recepción, el cual consiste en decepcionar los pescados directamente de las embarcaciones, hacia los pozos de almacenamiento de las industrias de producción, en esta etapa del proceso se evalúa las condiciones con las que ingresa el pescado, en las cuales se evalúa el nitrógeno total volátil. Seguidamente, se encuentra el cocinado en esta etapa los pescados se seleccionan por tamaños y se colocan en grandes ollas, en las cuales los pescados se cocinan con vapor directo con el objetivo de disminuir la actividad microbiológica del proceso de descomposición de los pescados y su vez intensificar los nutrientes en la carne de los pescados, en esta etapa se obtiene una fase solida de pescado.

El proceso de prensado consiste en ingresar la fase sólida de pescado e ingresarla en un prensador mecánico, en la cual la finalidad es obtener la llamada torta de prensa y separarla del licor de pescado el cual es escurrido por una rejilla. Para el secado indirecto se convierte en una mezcla gelatinosa de la torta de prensa y se seca a una temperatura constante de 90°C durante unas 3 a 4 horas hasta lograr que la torta de presan tenga un 10% de humedad, debido a que con este porcentaje de humedad es nula la actividad microbiológica. Luego de tener la torta de prensa con un 10% de humedad, se disminuye

la temperatura, para evitar que esta masa sufra una oxidación y por ende un cambio de coloración, el objetivo principal de esta fase es la oxigenación de la ya casi harina de pescado. En la fase de molienda, la torta de prensa ya seca es pasada por unas máquinas en las cuales se muele con la finalidad de hacer más factibles y atractivo la harina de pescado. Una vez obtenida la harina de pescado ya molida se agrega unos antioxidantes, posteriormente esta harina es analizada en el área de control de calidad con la finalidad de ser evaluada antes de la comercialización (Cárdenas, 2016, p.14).

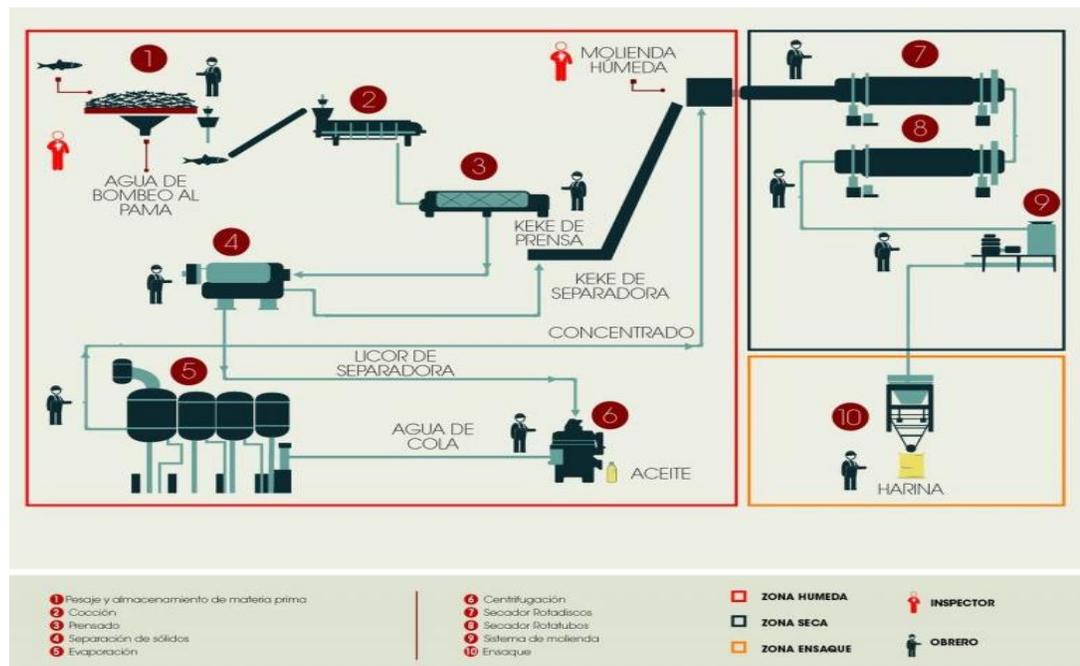


Figura 2: Proceso productivo de la harina y aceite de pescado

Fuente: Sociedad nacional de pesquería. Harina de pescado: Perú lidera su producción mundial. 2019.

Los efluentes son sustancias líquidas provenientes de diversas actividades androgénicas, tales como actividades domésticas e industriales, estas sustancias tienen la característica de poseer en su composición desechos sólidos, líquidos y gaseosos; según el tipo de industria esta puede poseer metales pesados, sulfuros, microorganismos patológicos etc. Sipnelli (sf).

Los efluentes provenientes de la industria de producción de harina de pescado, tienen la principal característica de poseer un pH ácido, alta turbidez, baja cantidad de oxígeno disuelto, alta conductividad eléctrica y una elevada cantidad de sólidos suspendidos Orellana (2015).

Los principales efluentes que se generan en esta actividad son el agua de cola, agua de bombeo y sanguaza. Con respecto al agua de bombeo, esta es el agua de mar en la cual se almacenan los pescados antes del proceso de descarga, la peculiaridad de esta agua es que los pescados al pasar por las tuberías de descarga sufren daños, los cuales hacen que en el agua de bombeo haya una elevada presencia de escamas, grasas, sangre y proteínas todo proveniente de los mismos pescados. Al respecto el Ministerio de la Producción señala que el agua de bombeo es el efluente de mayor volumen, se origina durante el traslado de la materia prima desde la embarcación a la planta; este efluente contiene materia orgánica suspendida y diluida, aceites y grasas, elevada cantidad de sangre y agua de mar (2009, p. 6). A su vez también señala que es el agua de mar empleada en el trasvase de materia prima desde la “chata” a la planta de procesamiento (2016, p.19).

Por otro lado, la sanguaza se genera en la poza de almacenamiento de materia prima, cuya degradación proteica se produce inmediatamente después de la muerte de los pescados y comienza por una acción enzimática, para continuar por una rápida acción bacteriana y procesos oxidativos de los productos de degradación. El aumento de la temperatura ambiental en verano, acelera los procesos de descomposición tanto en las bodegas como en las pozas de almacenamiento con el desprendimiento de gas sulfhídrico (H₂S) (Ministerio de la Producción, 2009, p.7)

En cuanto el efluente agua de cola, el Ministerio de la Producción (2009) señala que es uno de los residuales del proceso productivo de una planta de harina de pescado, generado como un sub producto 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. (p.7)

La interacción de la contaminación del agua en general está fuertemente ligada a la materia orgánica, este parámetro se divide en biodegradable y no biodegradable, el cual es un indicativo de la calidad del agua tiene 3 orígenes los cuales son doméstico urbano, agrícola e industrial. Romero (2004) señala que, la materia orgánica en un contexto genérico es una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (CHON) principalmente calificados en proteínas (40-60%), los carbohidratos (25-50%) y las grasas y aceites (10%) como los grupos más importantes de materia orgánica (p.60).

La mayor parte de materia orgánica son producidas por las actividades antropogénicas del hombre, así como por sus necesidades fisiológicas, además una parte es de origen natural. Al respecto Alloway y Ayres (1998) la materia orgánica puede estar compuesta por heces, sangre, residuos animales y vegetales; que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos de consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentra en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y en estas aguas ya no pueden vivir peces ni otros seres vivos que necesitan oxígeno (p. 349). Una forma de cuantificar la materia orgánica en aguas es a través de parámetros que reportan el oxígeno necesario para oxidarse, ya que la materia orgánica disuelta incrementa la demanda bioquímica de oxígeno. Concentraciones grandes de materia orgánica se miden mediante los análisis de demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y carbono orgánico total, mientras que concentraciones pequeñas de materia orgánica (trazas) de 10^{-12} a 10^{-3} mg/L se deben cuantificar mediante cromatografía de gases y espectroscopia de masa (Romero, 2004, p.60).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) es el parámetro que se utiliza para tener una medida de la materia orgánica biodegradable en tanto, Lazcano (2014) señala que la DBO_5 se define como la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos para la oxidación de la materia orgánica biodegradable (p.360). Esta oxidación por parte de los microorganismos se puede considerar como un procedimiento en el cual los organismos vivos sirven como medio para la oxidación de materia orgánica

hasta dióxido de carbono y agua. Así mismo, Orozco, et al. (2003) citado por Marín (2009) indica que a valores elevados de DBO₅, indican una alta concentración de materia orgánica biodegradable:

Aguas muy puras, DBO₅ < 3 ppm O₂

Pureza intermedia, DBO₅ < 3 – 5 ppm O₂

Agua contaminada, DBO₅ > 8 ppm O₂

Residuales urbanas, DBO₅ 100-400 ppm O₂

Industrias alimentarias o semejante, DBO₅ hasta 10000 ppm O₂

La determinación de la DBO₅ se realiza en laboratorio, midiendo el oxígeno disuelto (OD) inicial de una muestra de agua o dilución de la misma en un frasco de 300 mL, incubando la muestra durante 5 días a 20°C y volviendo a medir el OD, la DBO₅ se calcula por la diferencia entre el OD inicial y el OD final (5 días) y se expresa en mg/L (Lazcano, 2014, p.360).

Para la materia orgánica susceptible por oxidación química se usa el parámetro demanda química de oxígeno (DQO), este parámetro según Lazcano (2014) representa la cantidad de oxígeno necesario para oxidar el carbono orgánico en dióxido de carbono (CO₂), agua (H₂O) y amonio (p.369). Es decir, representa la medida de la materia orgánica oxidable por procedimientos químicos; a su vez Orozco, et al. señala que se mide la cantidad de materia susceptible por oxidación química contenida en el agua, para ello se reemplaza los microorganismos oxidantes por un poderoso agente químico como el dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) y/o permanganato de potasio (KMnO₄) en un medio ácido; es una oxidación rápida y da una idea cuantitativa de sustancias susceptibles de oxidación que existen en el agua, inorgánicas u orgánicas, el resultado se expresa en mg/L. (2003, p.80) Cabe acotar que la determinación de DQO se lleva en un lapso de 2 a 3 horas mientras que la determinación de DBO₅ demora 5 días.

Por otro lado, aceites y grasas representa una proporción del 10% de los componentes orgánicos presentes en las aguas residuales, al respecto Romero (2004) indica que son compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno que flotan en el agua residual, y la mayor parte cubre las superficies con las cuales entran en contacto; en el agua interfiere con la

actividad biológica pues son difíciles de degradar (p.59). Es decir, estos compuestos son considerados muy indeseables ya que pueden producir malos olores, espuma e inhiben el crecimiento de los microorganismos (Lazcano, 2014, p.2014).

En cuanto a los sólidos suspendidos totales Hakason (2004) indica que incluyen al plancton, minerales de arcilla, arena, limo, coloides agregados, materia orgánica e inorgánica finamente dividida y otros microorganismos en el agua. Pueden originarse en fuentes alóctonas³ o autóctonas, de levantamiento de tierra o resuspensión. Además, Orjuela (2013) indica que son el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, se define como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente son secados a 103 -105 grados Celsius (°C) hasta llegar a un peso constate (p.3).

Por otro lado la conductividad en un contexto general se refiere a la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica, al respecto Orozco, et al. la conductividad del agua da una buena apreciación de la concentración de los iones en disolución y una conductividad elevada se traduce en salinidad elevada, la unidad empleada es el Siemen (S) se mide en celda de un cm de espesor, expresándose por lo tanto en mS/cm o μ S/cm (2003, p.68)

El potencial de hidrógeno nos da referencia del comportamiento de los fluidos teniendo en cuenta su acidez o basicidad, se cataloga como una propiedad química importante en los fluidos. Este parámetro por lo general tiene influencia directa en diferentes procesos químicos y biológicos por ejemplo en el potencial redox del agua es un parámetro de carácter general para establecer la calidad del agua y efluentes, el pH tiene un rango de 0 a 14, el cual indica que de 0 a 6 tiene un comportamiento ácido, pH 7 indica neutralidad y de 8 a 14 indica un comportamiento básico (Lazcano, 2004, p.355).

En cuanto la turbidez es causada por materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal, es un parámetro que se puede definir como visual esta se basa en el paso la luz

combinada con un proceso de difusión, las partículas insolubles son las que generan la turbidez estas pueden ser generadas principalmente por los procesos de remoción de tierras, así como también por la materia orgánica, se mide en unidades nefelométricas (UNT) (Romero, 2004, p.71).

En este contexto la investigación trató de resolver el problema general, ¿En qué porcentaje la aplicación del proceso fenton reducirá la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019?, con los problemas específicos:

- ¿Cuál es la dosis de reactivo adecuada para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019?
- ¿Cuál es el tiempo de agitación adecuado para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019?

La presente investigación busca utilizar el proceso fenton en el agua de bombeo de la industria pesquera, ya que este tratamiento es un alternativa novedosa e innovadora, debido a que en nuestro país este proceso no es muy usado, es por ello que se pretende determinar la influencia del tratamiento en el ya mencionado afluente.

Se pretende aplicar métodos innovadores, con el objetivo de generar conocimiento sobre la adición de este proceso y tecnologías ecoeficientes para el tratamiento del agua de bombeo de estas industrias, debido a que los afluentes ya mencionados un buen porcentaje no es tratado por la empresa y es vertida afluentes van directamente al mar, contaminando y alterando las condiciones físicas y químicas del medio acuático.

El agua es un recurso muy rico y necesario para toda actividad antropológica, por lo cual, debido a la contaminación directa por efluentes proveniente de la industria pesquera en la provincia de Callao, la presente investigación se ha visto en la necesidad de aplicar algún tratamiento novedoso para tratar este tipo de efluentes, ya que, estos efluentes no han sido tratados, y mediante este estudio se busca modificar las características físicas y químicas de este efluente.

El proceso fenton es un tratamiento de bajo coste económico, debido a que los reactivos que se usan para la elaboración de este proceso son de bajo coste y de fácil adquisición, a su vez este tratamiento es muy económico a comparación de otro tipo de tratamientos aplicados a efluente similares.

La presente investigación busca brindar una alternativa de solución al tratamiento del agua de bombeo, provenientes de la industria de producción de harina de pescado con respecto a la disminución de carga orgánica y de aceites y grasa presentes en esta agua, a su vez a la población y a las mismas industrias sobre el daño causado por este afluente, el cual un porcentaje elevado se dirige directamente al mar, contaminando así a la flora y fauna marina del lugar.

Se plantea como objetivo general, determinar el porcentaje de reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera al aplicar el proceso fenton, y como objetivos específicos:

- Determinar la dosis de reactivo adecuada para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.
- Determinar el tiempo de agitación adecuado para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.

En la investigación se presentan como hipótesis general:

H₁: El proceso fenton reduce la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.

H₀: El proceso fenton no reduce la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.

Y como hipótesis específicas:

- H₁: La dosis adecuada para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera es de 4 g de sulfato de hierro y 30 mL de peróxido de hidrogeno.
- H₁: El tiempo de agitación adecuada para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera es de 60 minutos.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Esta investigación es aplicada, ya que se aplica los conocimientos teóricos con la finalidad de modificar una situación específica; en esta investigación se tienen los conocimientos teóricos del proceso fenton para la reducción de la materia orgánica, según Hernández (2014, p.44), la investigación de tipo aplicada es aquella que busca resolver problemas.

Diseño de investigación

El diseño del estudio es de tipo experimental, ya que se realizó la experimentación para analizar la influencia de la variable independiente a la variable dependiente, es decir se aplicó el proceso fenton para analizar la reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo. El primer requisito es la manipulación intencional de una o más variables independientes. La variable independiente es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente, y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente (Hernández, 2014, p.122).

Nivel

Este estudio es de nivel explicativo, ya que va describir los fenómenos y problemas de la investigación ante la aplicación del tratamiento adecuado mediante la relación de las variables independiente y dependiente. Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, es decir están dirigidos a responder por las causas de los eventos, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiestan, o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández, 2014, p. 84).

2.2 Operacionalización de variables

Tabla 1: Matriz de Operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Medida	
INDEPENDIENTE	Aplicación del proceso fenton	Consiste en la adición de sales de hierro como catalizador en presencia de H ₂ O ₂ es un método clásico de producción de radicales HO. Este POA. En este proceso, los radicales HO se forman a partir de la interacción entre H ₂ O ₂ y hierro ferroso (Fe ⁺²) en medio ácido (Bes, Silva y Bengoa, 2018).	Para cada tratamiento, se le aplicó el proceso fenton, a diferentes cantidades de sulfato de hierro y peróxido de hidrogeno, estos tratamientos fueron sometidos a un tiempo de contacto de e 60 y 90 minutos con agitación constante de 250 rpm y a pH entre el rango de 3 a 3.5.	Tiempo de agitación	60 90	Minutos
				Dosis de reactivos	sulfato de hierro 4000 5000	peróxido de hidrogeno 30 40
DEPENDIENTE	Reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera	Este parámetro puede estar compuesta por heces, sangre, residuos animales y vegetales; que pueden se descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos de consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentra en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y en estas aguas ya no pueden vivir peces ni otros seres vivos que necesitan oxígeno (Alloway y Ayres, 1998).	Los parámetros para determinar la materia orgánica en cuerpos de agua son DBO y DQO, estos fueron analizados mediante la oxidación con reactivos químicos como el permanganato de potasio o el dicromato de potasio, la determinación de DBO demora 5 días mientras que DQO es en un lapso de 2 a 3 horas.	Características Físicas	Turbidez	NTU
					Sólidos suspendidos totales	mg/L
					pH	1-14
				Características Químicas	Aceites y Grasas	mg/L
					Conductividad eléctrica	μS/m
					DBO ₅	mg/L
DQO	mg/L					

Fuente: Elaboración propia, 2019

Matriz de Consistencia

Tabla 2: Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿En qué porcentaje la aplicación del proceso fenton reducirá la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019?	Determinar el porcentaje de reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera al aplicar el proceso fenton.	<p>H₁: El proceso fenton reduce la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.</p> <p>H₀: El proceso fenton no reduce la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
¿Cuál es la dosis de reactivo adecuada para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019?	Determinar la dosis de reactivo adecuada para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.	La dosis adecuada para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera es de 4 g de sulfato de hierro y 30 mL de peróxido de hidrogeno.
¿Cuál es el tiempo de agitación adecuado para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019?	Determinar el tiempo de agitación adecuado para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.	El tiempo de agitación adecuado para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera es de 60 minutos.

Fuente: Elaboración propia, 2019

2.3 Población, muestra y unidad de análisis

Población

La población del presente estudio son las aguas de bombeo provenientes de la industria pesquera, Callao.

Muestra

La muestra es 40,5 litros provenientes de la industria pesquera presentes de la provincia de Callao. A la cual se aplicará como método de tratamiento el proceso fenton.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica

La técnica de investigación que se uso fue la observación directa, la cual se usa como registro de información, así como la medición directa mediante los instrumentos de medición del sistema universal de medida.

Instrumentos de recolección de datos

- a) Ficha 1: Cotejo de materiales para la toma de muestra, 87.7% (Anexo 5).
- b) Ficha 2: Caracterización fisicoquímica de la muestra inicial, 87% (Anexo 5).
- c) Ficha 3: Resultados de los parámetros fisicoquímicos después de la aplicación del proceso fenton, 89.2% (Anexo 5).
- d) Ficha 4: Comparación de muestra inicial y mejores tratamientos, 88.5% (Anexo 5).

Validez

Para considerar los instrumentos de recolección de datos como válidos, se sometió a evaluación mediante el juicio de expertos. Los especialistas que validaron los instrumentos son:

Tabla 3: Validación de instrumentos

DOCENTE	DNI	CIP
Eusterio Horacio Acosta Suasnabar	08306575	25450
Elmer Gonzales Benites Alfaro	07867259	71998
César Eduardo Jiménez Calderón		42355

Fuente: Elaboración propia, 2019

Confiabilidad

Es el nivel en que un instrumento produce resultados coherentes y consistentes. Además, se refiere al grado de precisión de la medida, es decir que si aplicamos repetidamente el instrumento al objeto o muestra produce resultados iguales. En esta investigación se hace mención en la confiabilidad de estos instrumentos, ya que recopilamos información antes y después del tratamiento mediante el proceso de pretest y post-test, en el cual se determina la reducción de materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao.

2.5 Procedimiento

Lugar de ejecución

La parte experimental de la investigación se realizó en los laboratorios de biotecnología ambiental y fisicoquímica de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, entre los meses de setiembre y octubre del 2019.

Materiales

- Materiales de vidrio: bagueta, botellas de 300 mL, embudo, luna de reloj, matraz Erlenmeyer, pera de separación, pipeta de 5ML y 10ML, placa petri, probeta, tubo de ensayo, vasos de precipitado de 2000 mL, 1000 mL Y 500 mL, viales de digestión.
- Materiales de plástico: gradilla, propipeta, pipeta descartable
- Materiales de metal: espátula

Equipos

- Balanza analítica de precisión, SARTORIUS
- Centrifuga, BOECO GERMANY SC8
- Equipo de test de jarras, QUIMIS
- Espectrofotómetro, PG INSTRUMENTS T80 PLUS UV/VIS
- Estufa eléctrica,
- Multiparámetro, HANNA INSTRUMENTS
- Reactor de digestión, HANNA HI839800
- Turbidímetro, HANNA SERIE HI83414

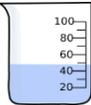
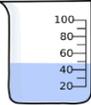
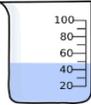
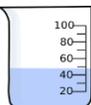
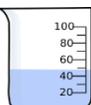
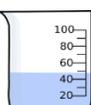
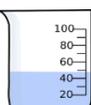
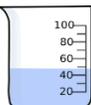
Reactivos

- Sulfato de hierro (FeSO_4)
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Sulfato de mercurio (HgSO_4)
- Cloruro de calcio (CaCl_2)
- Fosfato monopotásico (KH_2PO_4)
- Cloruro de amonio (NH_4Cl)
- Biftalato de potasio ($\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$)
- Agua destilada
- Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)
- Dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)
- Sulfato de plata (Ag_2SO_4)
- Cloruro férrico hexahidratado ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- Sulfato de magnesio heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Tratamientos

En la Tabla 4 se presentan la cantidad de dosis y de muestra que se usaron para cada tratamiento:

Tabla 4: Tratamientos propuestos

CÓDIGO	VASOS DE PRECIPITADOS	CANTIDAD DE DOSIS	Rango de pH	TIEMPO	CANTIDAD DE MUESTRA
MI 3 repeticiones		sulfato de hierro 0 g peróxido de hidrogeno 0 mL	-	-	1,5 litros
M01 3 repeticiones		sulfato de hierro 4 g peróxido de hidrogeno 30 mL/L	3 - 3,5	60 minutos	1,5 litros
M02 3 repeticiones		sulfato de hierro 4 g peróxido de hidrogeno 40 mL/L	3 - 3,5	60 minutos	1,5 litros
M03 3 repeticiones		sulfato de hierro 5g peróxido de hidrogeno 30 mL/L	3 - 3,5	60 minutos	1,5 litros
M04 3 repeticiones		sulfato de hierro 5g peróxido de hidrogeno 40 mL	3 - 3,5	60 minutos	1,5 litros
M05 3 repeticiones		sulfato de hierro 4g peróxido de hidrogeno 30 mL	3 - 3,5	90 minutos	1,5 litros
M06 3 repeticiones		sulfato de hierro 4g peróxido de hidrogeno 40 mL	3 - 3,5	90 minutos	1,5 litros
M07 3 repeticiones		sulfato de hierro 5g peróxido de hidrogeno 30 mL	3 - 3,5	90 minutos	1,5 litros
M08 3 repeticiones		sulfato de hierro 5g peróxido de hidrogeno 40 mL	3 - 3,5	90 minutos	1,5 litros

Fuente: Elaboración propia, 2019

Métodos analíticos

- **Determinación de la demanda química de oxígeno**

Para este parámetro se diluyó la muestra de acuerdo a las indicaciones del docente en la cual se le agregó agua destilada dependiendo de la dilución, a ello se le agregó 1.5 mL de solución digestión y 3.5 mL de ácido sulfúrico, todo ello en los tubos de digestión. Posteriormente se llevó al reactor por un lapso de 2 horas a 150°C, una vez acabada la digestión se dejó enfriar y reposar.

En seguida se llevó la lectura en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 600 nanómetros, una vez obtenido los datos de la lectura se hizo los cálculos correspondientes en el software Excel.

- **Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en 5 días**

Primeramente, se preparó el agua disolución para la cual se añade 1mL de solución buffer (Fosfato monopotásico (KH₂PO₄) y cloruro de amonio (NH₄Cl)), 1 mL de cloruro de calcio (CaCl₂), 1 mL de cloruro férrico (FeCl₃H₂O) y 1 mL de sulfato de magnesio (MgSO₄), todos estos reactivos en 1 litro de agua destilada.

En caso sea necesario se acidifica o neutraliza la muestra a un rango de pH de 6.5 a 7.5, en este trabajo de investigación no fue necesario manipular el pH.

Seguidamente se añadió un 1 mL de muestra (esta fue diluida teniendo en cuenta las recomendaciones del docente) en botellas de winker o botellas de frugos, los cuales fueron saturados con el agua disolución, seguidamente se le midió el oxígeno disuelto inicial con el multiparámetro, se saturó al tope el frasco y se selló con plástico film, en seguida se dejó incubar por 5 días a 20°C en un ambiente oscuro, pasado los 5 días se tomó nuevamente el oxígeno disuelto final, y se procedió a los cálculos correspondientes

Fórmula de cálculo para determinar DBO₅:

$$DBO \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{ODi - ODf}{VM} \times 300 \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

ODi = Oxígeno disuelto inicial

ODf= Oxígeno disuelto final

VM = Volumen de muestra usado en el frasco

300= Volumen total del frasco

- **Determinación de aceites y grasas**

La muestra inicial (50 mL) se agitó antes de ser vertida a la pera de decantación, en seguida se tuvo que acidificar o neutralizar según sea el caso necesario, esto se debe hacer con hidróxido de sodio o ácido sulfúrico, posteriormente se agregó 20 mL de bencina agitando constantemente para eliminar los gases que se forman.

Posteriormente se dejó reposar la muestra en el soporte universal para que se separe las capas acuosas y orgánica, luego se va abriendo la llave de la pera de decantación separando en un vaso de precipitado la parte acuosa, tratando de dejar la parte orgánica (bencina + aceite y grasa).

Una vez habiendo quedando la parte orgánica esta debe ser vertida en tubos de ensayo, los cuales en seguida se llevaron a centrifugar por un lapso de 5 minutos a 2500 revoluciones por minuto, separando definitivamente la parte acuosa de la parte orgánica, en seguida con una pipeta de plástico se extrae la parte orgánica el cuál debe ser vertido el placas petri (previamente pesada, peso inicial) las cuales en seguida deben ser llevada a la estufa a aproximadamente 50 °C para que se evapore la bencina, una vez seco se debe de volver a pesar la placa petri (peso final). Una vez obtenido ambos pesos se procede con el cálculo correspondiente con la siguiente formula:

$$\text{Aceites y grasas} \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(Mi - Mf) \times 1\,000\,000}{Vm (mL)} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

Mi = Masa inicial de la placa petri

Mf = Masa final de la placa petri

Vm = Volumen de muestra de agua

- **Determinación de sólidos suspendidos totales**

Se cortó los papeles filtros a la medida del equipo de la bomba de vacío y poner al horno por 1 hora entre 103°C a 105 °C, luego pesar. Se puso el papel filtro dentro de la bomba de filtración al vacío y dejar pasar la muestra de agua a 100 ml. Luego se retiró el papel filtro y se puso al horno por 1 hora entre 103°C a 105 °C para finalmente pesar el papel filtro en la balanza analítica cuando este frío.

Se obtuvo el resultado mediante la siguiente formula:

$$SST = \frac{(Wf - Wi) \times 1000000}{V \text{ muestra (ml)}} \dots\dots\dots (5)$$

- **Determinación de conductividad eléctrica, potencial de hidrógeno, temperatura y oxígeno disuelto**

Colocar la muestra de agua en un vaso precipitado de 250 ml para ser medidas los parámetros con el multiparámetro, leer y anotar los resultados determinados por el equipo. Una vez terminado el procedimiento lavar con agua destilada y secar el tubo del equipo.

- **Determinación de turbidez**

Colocar la muestra de agua dentro del recipiente del turbidímetro (tubo nefelométrico) leer y anotar los resultados determinados por el equipo, una vez terminada lavar con agua destilada y secar el tubo del equipo.

Procedimiento experimental

Muestreo de agua de bombeo de la industria pesquera

El agua de bombeo fue recolectada de una industria pesquera ubicada en la provincia del Callao. Se realizó un muestreo de 3 litros para la caracterización inicial, posteriormente se tomó 3 muestras de 12 litros para la aplicación del proceso fenton.

Caracterización inicial fisicoquímica del agua de bombeo

La muestra inicial fue analizada en los laboratorios de la Universidad César Vallejo, para ello fue filtrada para remover escamas, huesos y demás partículas grandes, luego fue filtrada nuevamente con papel filtro rápido. Acabado la etapa de filtración se analizó los parámetros fisicoquímicos como el DBO5, DQO, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, pH, conductividad eléctrica y turbidez. Los datos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5: Caracterización fisicoquímica inicial del agua de bombeo

Caracterización Inicial	
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	22560
Demanda química de oxígeno (mg/L)	36333.3
Aceites y grasas (mg/L)	9360
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	5800
Potencial de hidrógeno (Unidad de pH)	6.31
Conductividad eléctrica (mS/cm)	27.5
Turbidez (UNT)	3565
Temperatura (°C)	20.3

Fuente: Elaboración propia, 2019

Aplicación del proceso fenton

El proceso fenton que se aplicó en este trabajo de investigación conlleva etapas como acidificación de la muestra (en caso sea el pH muy elevado), oxidación y neutralización, y según lo propuesto por el autor de esta investigación se le hará un pre y post filtrado.

Por la cantidad de parámetros requeridos por analizar se tomó el volumen de 1.5 L por cada muestra en vasos de precipitado de 2 litros, como se evidenció en la

caracterización inicial del agua de bombeo el pH es de 6.31, este valor es muy elevado para la óptima aplicación del proceso fenton por ello se tuvo que acidificar la muestra en un rango de aproximadamente 3 a 3.5 , se usó ácido sulfúrico (H_2SO_4 , al 96.6%) el cual fue dosificado gota a gota usando una pipeta plástica y homogenizado manualmente con bagueta de vidrio hasta llegar al pH requerido. Una vez obtenido el pH idóneo en las muestras, se procedió con la aplicación de los 8 tratamientos propuestos cada uno con 3 repeticiones siendo un total de 24 muestras, estas fueron llevadas al equipo test de jarras, primero se hizo una homogenización de la muestra por 5 minutos a 50 revoluciones por minuto, luego se procedió con la dosificación de reactivos; por ello se añadió el catalizador sulfato de hierro ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ al 99%), seguidamente el peróxido de hidrógeno (H_2O_2 al 50%) la etapa de aplicación de reactivos del proceso fenton se hizo a 250 revoluciones por minuto en dos tiempos de contacto 60 minutos y 90 minutos según la metodología propuesta, acabado el tiempo de contacto se realizó la neutralización para ello se le adicionó hidróxido de sodio (NaOH al 98%). Una vez acabado el tratamiento fenton se dejó la muestra por un lapso de 24 horas para dejar que los sólidos sedimenten, luego extrajo la parte líquida y se realizó el post filtrado, esto es propuesto por el autor de esta investigación.

Caracterización fisicoquímica final del agua de bombeo

El agua de bombeo tratada se analizó en los laboratorios de la Universidad César Vallejo, por lo que se midieron los parámetros fisicoquímicos como el DBO_5 , DQO, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, pH, conductividad eléctrica y turbidez.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se usó el software Microsoft Excel 2016 en el cual se tabularon los datos de los parámetros fisicoquímicos analizados, además se usó el software SPSS v.25 en el cual se realizaron las pruebas de normalidad para analizar que los datos de las muestras sean normales, Anova con el cual se realiza el contraste de hipótesis con un valor de significancia

de $p < 0.05$ y la prueba de Tukey en el cual se hace comparación múltiple entre tratamientos.

2.6 Método de análisis de datos

La presente investigación se realizó mediante la recopilación de datos obtenidos antes y después de la aplicación del proceso fenton, así como de su respectivo análisis.

Los resultados fueron procesados en el programa de análisis estadístico IBM- SPSS versión 19, en el cual se ingresaron los datos y este nos indica si se debe rechazar o aceptar la hipótesis brindada del estudio.

2.7 Aspectos éticos

La presente investigación siguió los lineamientos establecidos en el código de ética, reglamento de investigación y la resolución rectoral N° 0089-2019/UCV de la Universidad César Vallejo, además fue verificada su originalidad utilizando el software turnitin, así mismo ha sido debidamente citada y referenciada según la norma ISO 690.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis de la muestra del agua de bombeo

En la Tabla 6, se presenta los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo, estos resultados fueron analizados en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, bajo la supervisión del químico Sigfredo Alexander Quintana Paetán.

Tabla 5: Análisis del agua de bombeo

Análisis de agua de bombeo	
Parámetros	Resultado
DBO ₅	22560 mg/L
DQO	36333,3 mg/L
Aceites y grasas	9360 mg/L
C.E.	27.5 dS/m
pH	0
Turbidez	3565 NTU
SST	5800 mg/L
Temperatura	20.03 °C
OD	0 ppm

Fuente: Elaboración propia, 2019

3.2 Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo tratada.

3.2.1 Demanda bioquímica de oxígeno en 5 días

En la Tabla 7, se presenta los resultados obtenidos en los laboratorios de la Universidad César Vallejo, en los cuales se determina la DBO₅ en las muestras tratadas.

Tabla 6: Demanda bioquímica de oxígeno

N° de tratamiento	Dosis	Repeticiones	Resultados (mg/L)
Tratamiento 1	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	16680
		R2	16650
		R3	16620
		Promedio	16650
Tratamiento 2	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	8970
		R2	9120
		R3	8500
		Promedio	8863
Tratamiento 3	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	5580
		R2	5530
		R3	5590
		Promedio	5567
Tratamiento 4	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	6510
		R2	6530
		R3	6515
		Promedio	6518
Tratamiento 5	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	8370
		R2	8360
		R3	8320
		Promedio	8350
Tratamiento 6	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	8220
		R2	8250
		R3	8240
		Promedio	8237
Tratamiento 7	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	3420
		R2	3460
		R3	3421
		Promedio	3434
Tratamiento 8	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	2400
		R2	2450
		R3	2410
		Promedio	2420

Fuente: Elaboración propia, 2019

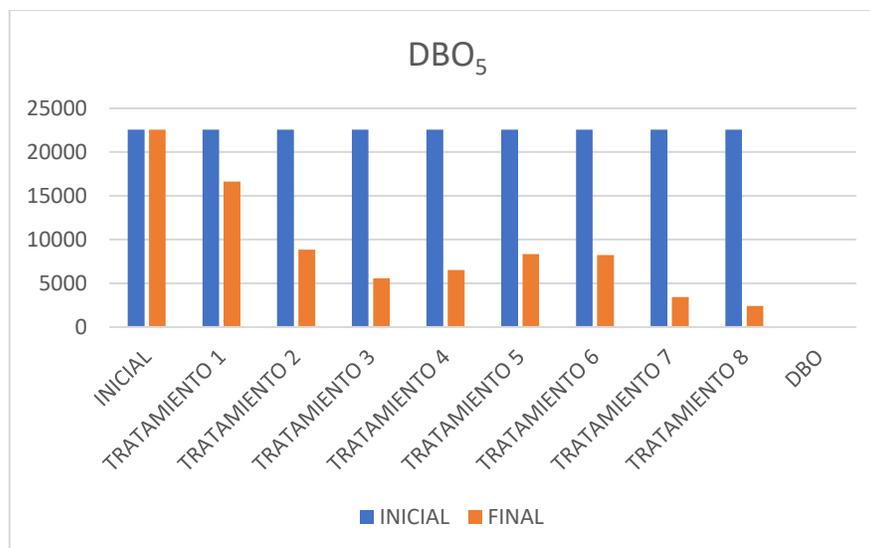


Figura 3: DBO₅ en comparación a la muestra inicial

Fuente: Elaboración propia, 2019

De acuerdo a la Figura 3, se observó que el tratamiento 8 es el más eficaz (4g de sulfato de hierro, 30 mL de peróxido de hidrogeno en 60 minutos) reduciendo de 22560 mg/L a 2420 mg/L la DBO₅ representando el 89.27% de reducción.

Tabla 7: Prueba de normalidad de DBO₅

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Demanda bioquímica de oxígeno	TESTIGO	,367	3	.	,247	3	,257
	TRATAMIENTO 1	,175	3	.	,595	3	,096
	TRATAMIENTO 2	,296	3	.	,918	3	,447
	TRATAMIENTO 3	,328	3	.	,871	3	,298
	TRATAMIENTO 4	,292	3	.	,923	3	,463
	TRATAMIENTO 5	,314	3	.	,893	3	,363
	TRATAMIENTO 6	,253	3	.	,964	3	,637
	TRATAMIENTO 7	,377	3	.	,769	3	,082
	TRATAMIENTO 8	,314	3	.	,893	3	,363

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia, 2019

Contraste de hipótesis – Prueba de normalidad

Se aplicó el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%, la cantidad de muestras de todos los tratamientos es menor a 30. Tenemos una muestra de 3 repeticiones iniciales y finales.

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

Se concluye que, por el número de muestras para este parámetro usamos **Shapiro- Wilk.**

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los datos proceden de una distribución normal

H₁: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**.

Sig. > 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**.

c) Resultado /Conclusión

Aceptamos la **H₀**, los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 8: Prueba de ANOVA de DBO₅

ANOVA					
DBO5					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1006088696,963	8	125761087,120	10400,291	,000
Dentro de grupos	217657,333	18	12092,074		
Total	1006306354,296	26			

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H₀: T1= T2 = T3=T4=T5=T6=T7=T8

H₁: Al menos un tratamiento es diferente

b) Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /discusión

Aceptamos la **H₁**. Al menos un tratamiento es diferente.

Tabla 9: Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de DBO₅

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: DBO ₅						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TESTIGO	TRATAMIENTO 1	5910,000*	89,785	,000	5595,41	6224,59
	TRATAMIENTO 2	13696,667*	89,785	,000	13382,07	14011,26
	TRATAMIENTO 3	16993,333*	89,785	,000	16678,74	17307,93
	TRATAMIENTO 4	16041,667*	89,785	,000	15727,07	16356,26
	TRATAMIENTO 5	14210,000*	89,785	,000	13895,41	14524,59
	TRATAMIENTO 6	14323,333*	89,785	,000	14008,74	14637,93
	TRATAMIENTO 7	19126,333*	89,785	,000	18811,74	19440,93
	TRATAMIENTO 8	20140,000*	89,785	,000	19825,41	20454,59

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H₀: No existe alguna significancia entre los tratamientos.

H₁: Existe alguna significancia entre los tratamientos.

b) Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

c) Resultado /discusión

Aceptamos la H_1 . Por ello, asumimos que existe alguna significancia entre los tratamientos de adición del proceso fenton al agua de bombeo proveniente de la industria pesquera, Callao, 2019, con respecto al DBO₅.

3.2.2 Demanda química de oxígeno

En la Tabla 11, se presenta los resultados obtenidos en los laboratorios de la Universidad César Vallejo, en los cuales se determina la cantidad de demanda química de oxígeno que se encuentra en las muestras tratadas

Tabla 10: Análisis de la demanda química de oxígeno

N° de tratamiento	Dosis	Repeticiones	Resultados (mg/L)
Tratamiento 1	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	19467
		R2	19202
		R3	18895
		Promedio	19188
Tratamiento 2	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	24833.3
		R2	24852
		R3	24824
		Promedio	24836.4
Tratamiento 3	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	15166.7
		R2	15200.1
		R3	15189.1
		Promedio	15185
Tratamiento 4	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	15000
		R2	15080
		R3	15034
		Promedio	15038
Tratamiento 5	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	17500
		R2	17540
		R3	17550.5
		Promedio	17530
Tratamiento 6	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	13333.3
		R2	13356.5
		R3	13376
		Promedio	13355
Tratamiento 7	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	12166.7
		R2	12191
		R3	12100
		Promedio	12153
Tratamiento 8	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	8833
		R2	8826
		R3	8856
		Promedio	8838

Fuente: Elaboración propia, 2019

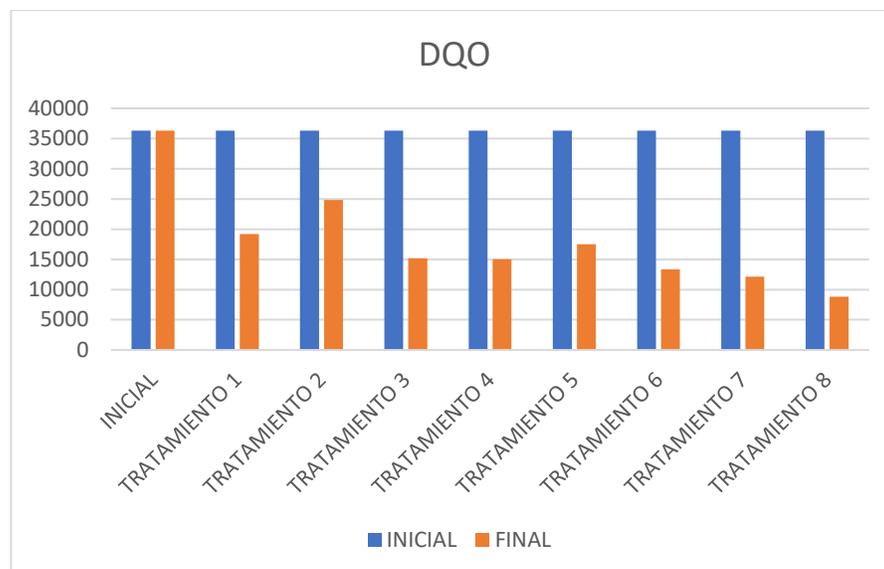


Figura 4: DQO en comparación a la muestra inicial

Fuente: Elaboración propia, 2019

De acuerdo a la Figura 4, se observó que el tratamiento 8 es el más eficaz (5g de sulfato de hierro, 40 mL de peróxido de hidrogeno en 60 minutos) reduciendo de 36333.3 mg/L a 8838.3 mg/L la DQO representando el 75.67% de reducción.

Tabla 11: Prueba de normalidad de la DQO

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	TESTIGO	,267	3	.	,368	3	,135
	TRATAMIENTO 1	,186	3	.	,998	3	,919
	TRATAMIENTO 2	,254	3	.	,964	3	,634
	TRATAMIENTO 3	,255	3	.	,963	3	,628
	TRATAMIENTO 4	,206	3	.	,993	3	,835
	TRATAMIENTO 5	,311	3	.	,898	3	,379
	TRATAMIENTO 6	,190	3	.	,998	3	,905
	TRATAMIENTO 7	,285	3	.	,933	3	,498
	TRATAMIENTO 8	,300	3	.	,913	3	,430

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia, 2019

Contraste de hipótesis – Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba **Shapiro Wilk** con un nivel de confianza del 95 %, la cantidad de muestras de todos los tratamientos es menor a 30. Tenemos una muestra de 3 repeticiones iniciales y finales.

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

Se concluye que, por el número de muestras para este parámetro, usamos **Shapiro-Wilk**

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los datos proceden de una distribución normal

H₁: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. > 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /Conclusión

Aceptamos **H₀**, los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 12: Prueba de ANOVA de la DQO

ANOVA					
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1622561084,407	8	202820135,551	20818,310	,000
Dentro de grupos	175363,053	18	9742,392		
Total	1622736447,461	26			

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H₀: T1=T2=T3=T4=T5=T6=T7=T8

H₁: Al menos un tratamiento es diferente

b) Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /discusión

Aceptamos **H₁**; al menos un tratamiento es diferente.

Tabla 13: Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de la DQO

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: DQO						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TESTIGO	TRATAMIENTO 1	17145,3000*	80,5911	,000	16862,920	17427,680
	TRATAMIENTO 2	11496,8667*	80,5911	,000	11214,487	11779,247
	TRATAMIENTO 3	21148,0000*	80,5911	,000	20865,620	21430,380
	TRATAMIENTO 4	21295,3000*	80,5911	,000	21012,920	21577,680
	TRATAMIENTO 5	18803,1333*	80,5911	,000	18520,753	19085,513
	TRATAMIENTO 6	22978,0333*	80,5911	,000	22695,653	23260,413
	TRATAMIENTO 7	24180,7333*	80,5911	,000	23898,353	24463,113
	TRATAMIENTO 8	27494,9667*	80,5911	,000	27212,587	27777,347

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H₀: No existe alguna significancia entre los tratamientos.

H₁: Existe alguna significancia entre los tratamientos.

b) Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** por lo tanto, aceptamos **H₁**. Por ello, asumimos que existe alguna significancia entre los tratamientos de adición del proceso fenton al agua de bombeo proveniente de la industria pesquera, Callao, 2019, con respecto a la demanda química de oxígeno.

3.2.3 Aceites y grasas

En la Tabla 15, se presenta los resultados obtenidos en los laboratorios de la Universidad César Vallejo, en los cuales se determina la cantidad de aceites y grasas que se encuentran en las muestras tratadas.

Tabla 14: Análisis de aceites y grasas

N° de tratamiento	Dosis	Repeticiones	Resultados (mg/L)
Tratamiento 1	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	1392
		R2	1476
		R3	1402
		Promedio	1423
Tratamiento 2	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	966
		R2	938
		R3	914
		Promedio	939
Tratamiento 3	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	702
		R2	716
		R3	724
		Promedio	714
Tratamiento 4	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	770
		R2	784
		R3	790
		Promedio	781
Tratamiento 5	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	378
		R2	420
		R3	412
		Promedio	403
Tratamiento 6	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	810
		R2	918
		R3	832
		Promedio	853
Tratamiento 7	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	292
		R2	300
		R3	320
		Promedio	304
Tratamiento 8	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	154
		R2	230
		R3	158
		Promedio	181

Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 5: Aceites y grasas en comparación a la muestra inicial

Fuente: Elaboración propia, 2019

De acuerdo a la Figura 5, se evidenció que el tratamiento 8 es el más eficaz (5g de sulfato de hierro, 40 mL de peróxido de hidrogeno en 90 minutos) reduciendo de 9360 mg/L a 181 mg/L los aceites y grasas representando el 98.07% de reducción.

Tabla 15: Prueba de normalidad de aceites y grasas

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ACEITES Y GRASAS	TESTIGO	,302	3	.	,639	3	,084
	TRATAMIENTO 1	,346	3	.	,838	3	,209
	TRATAMIENTO 2	,187	3	.	,998	3	,915
	TRATAMIENTO 3	,238	3	.	,976	3	,702
	TRATAMIENTO 4	,269	3	.	,949	3	,567
	TRATAMIENTO 5	,318	3	.	,887	3	,344
	TRATAMIENTO 6	,312	3	.	,895	3	,370
	TRATAMIENTO 7	,276	3	.	,942	3	,537
	TRATAMIENTO 8	,369	3	.	,789	3	,089

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia, 2019

Contraste de hipótesis – Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%, la cantidad de muestras de todos los tratamientos es menor a 30. Tenemos una muestra de 3 repeticiones iniciales y finales.

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

Se concluye que, por el número de muestras para este parámetro, usamos **Shapiro- Wilk**.

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los datos proceden de una distribución normal

H₁: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado / Conclusión

Aceptamos la **H₀**; los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 16: Prueba de ANOVA de aceites y grasas

ANOVA					
ACEITES Y GRASAS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	203368159,407	8	25421019,926	25986,958	,000
Dentro de grupos	17608,000	18	978,222		
Total	203385767,407	26			

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H₀: T1=T2=T3=T4=T5=T6=T7=T8

H₁: Al menos un tratamiento es diferente

b) Regla de decisión

Sig. ≤ 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. > 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /discusión

Aceptamos la **H₁** ; al menos un tratamiento es diferente.

Tabla 17: Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de aceites y grasas

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: ACEITES Y GRASAS						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TESTIGO	TRATAMIENTO 1	7936,667*	25,537	,000	7847,19	8026,15
	TRATAMIENTO 2	8420,667*	25,537	,000	8331,19	8510,15
	TRATAMIENTO 3	8646,000*	25,537	,000	8556,52	8735,48
	TRATAMIENTO 4	8578,667*	25,537	,000	8489,19	8668,15
	TRATAMIENTO 5	8956,667*	25,537	,000	8867,19	9046,15
	TRATAMIENTO 6	8506,667*	25,537	,000	8417,19	8596,15
	TRATAMIENTO 7	9056,000*	25,537	,000	8966,52	9145,48
	TRATAMIENTO 8	9179,333*	25,537	,000	9089,85	9268,81

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H₀: No existe alguna significancia entre los tratamientos.

H₁: Existe alguna significancia entre los tratamientos.

b) Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. $> 0,05$ Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** por lo tanto, aceptamos **H₁**. Por ello, asumimos que existe alguna significancia entre los tratamientos de adición del proceso fenton al agua de bombeo proveniente de la industria pesquera, Callao, 2019, con respecto a los aceites y grasas.

3.2.4 Sólidos suspendidos totales

En la Tabla 19, se presenta los resultados obtenidos en los laboratorios de la Universidad César Vallejo, en los cuales se determina los sólidos suspendidos totales presentes en las muestras tratadas.

Tabla 18: Análisis de sólidos suspendidos totales

N° de tratamiento	Dosis	Repeticiones	Resultados (mg/L)
Tratamiento 1	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	680
		R2	760
		R3	640
		Promedio	693
Tratamiento 2	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	520
		R2	600
		R3	720
		Promedio	613
Tratamiento 3	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	680
		R2	640
		R3	840
		Promedio	720
Tratamiento 4	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	600
		R2	560
		R3	720
		Promedio	627
Tratamiento 5	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	400
		R2	360
		R3	400
		Promedio	387
Tratamiento 6	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	640
		R2	880
		R3	760
		Promedio	760
Tratamiento 7	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	240
		R2	200
		R3	280
		Promedio	240
Tratamiento 8	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	120
		R2	160
		R3	120
		Promedio	133

Fuente: Elaboración propia, 2019

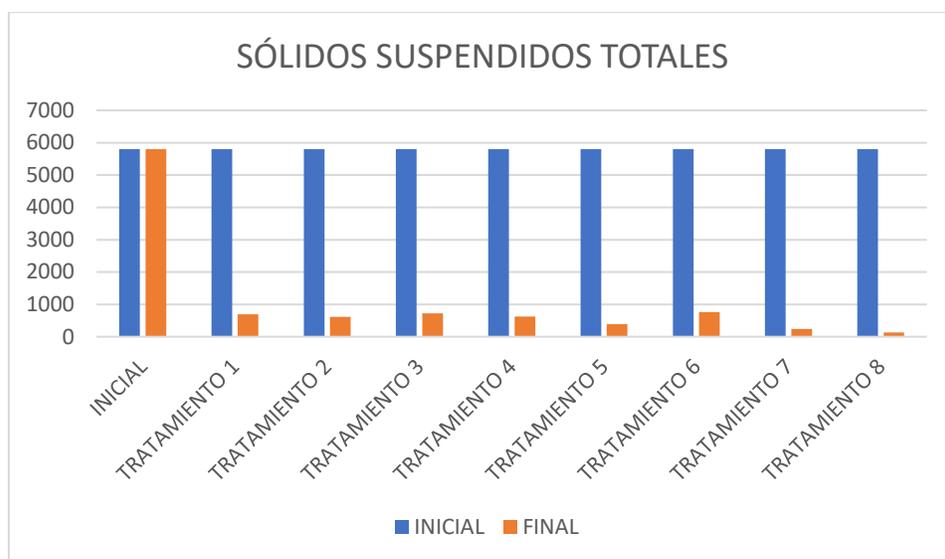


Figura 6: Sólidos suspendidos totales en comparación a la muestra inicial

Fuente: Elaboración propia, 2019

De acuerdo a la Figura 6, se observó que el tratamiento 8 es el más eficaz (5g de sulfato de hierro, 40 mL de peróxido de hidrogeno en 90 minutos) reduciendo de 5800 mg/L a 133 mg/L representando el 97.70% de reducción.

Tabla 19: Prueba de normalidad de sólidos suspendidos totales

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	TESTIGO	,587	3	.	,685	3	,246
	TRATAMIENTO 1	,253	3	.	,964	3	,637
	TRATAMIENTO 2	,219	3	.	,987	3	,780
	TRATAMIENTO 3	,314	3	.	,893	3	,363
	TRATAMIENTO 4	,292	3	.	,923	3	,463
	TRATAMIENTO 5	,385	3	.	,750	3	,284
	TRATAMIENTO 6	,489	3	.	,489	3	,854
	TRATAMIENTO 7	,256	3	.	,986	3	,965
	TRATAMIENTO 8	,385	3	.	,750	3	,356

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia, 2019

Contraste de hipótesis – Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%, la cantidad de muestras de todos los tratamientos es menor a 30. Tenemos una muestra de 3 repeticiones iniciales y finales.

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

Se concluye que, por el número de muestras para este parámetro, usamos **Shapiro- Wilk**

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los datos proceden de una distribución normal

H₁: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. > 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /Conclusión

Aceptamos **H₀** ; los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 20: Prueba de ANOVA de sólidos suspendidos totales

ANOVA					
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	75475674,074	8	9434459,259	1730,505	,000
Dentro de grupos	98133,333	18	5451,852		
Total	75573807,407	26			

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H₀: T1= T2 = T3=T4=T5=T6=T7=T8

H₁: Al menos un tratamiento es diferente

b) Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 .

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

c) Resultado /discusión

Aceptamos H_1 ; al menos un tratamiento es diferente.

Tabla 21: Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de sólidos suspendidos totales

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TESTIGO	TRATAMIENTO 1	5106,667*	60,287	,000	4895,43	5317,91
	TRATAMIENTO 2	5186,667*	60,287	,000	4975,43	5397,91
	TRATAMIENTO 3	5080,000*	60,287	,000	4868,76	5291,24
	TRATAMIENTO 4	5173,333*	60,287	,000	4962,09	5384,57
	TRATAMIENTO 5	5413,333*	60,287	,000	5202,09	5624,57
	TRATAMIENTO 6	5040,000*	60,287	,000	4828,76	5251,24
	TRATAMIENTO 7	5560,000*	60,287	,000	5348,76	5771,24
	TRATAMIENTO 8	5666,667*	60,287	,000	5455,43	5877,91

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H_0 : No existe alguna significancia entre los tratamientos.

H_1 : Existe alguna significancia entre los tratamientos.

b) Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** por lo tanto, aceptamos **H₁**. Por ello, asumimos que existe alguna significancia entre los tratamientos de adición del proceso fenton al agua de bombeo proveniente de la industria pesquera, Callao, 2019, con respecto a los sólidos suspendidos totales.

3.2.5 Turbidez

En la Tabla 23, se presenta los resultados obtenidos en los laboratorios de la Universidad César Vallejo, en los cuales se determina la turbidez presente en las muestras tratadas.

Tabla 22: Análisis de turbidez

N° de tratamiento	Dosis	Repeticiones	Resultados (NTU)
Tratamiento 1	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	2012
		R2	2030
		R3	2015
		Promedio	2019
Tratamiento 2	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	1500
		R2	1510
		R3	1527
		Promedio	1512
Tratamiento 3	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	900
		R2	940
		R3	925
		Promedio	922
Tratamiento 4	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	915
		R2	922
		R3	935
		Promedio	924
Tratamiento 5	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	650
		R2	645
		R3	620
		Promedio	638
Tratamiento 6	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	1030
		R2	1024
		R3	1015
		Promedio	1023
Tratamiento 7	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	600
		R2	625
		R3	650
		Promedio	625
Tratamiento 8	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	540
		R2	595
		R3	550
		Promedio	562

Fuente: Elaboración propia, 2019

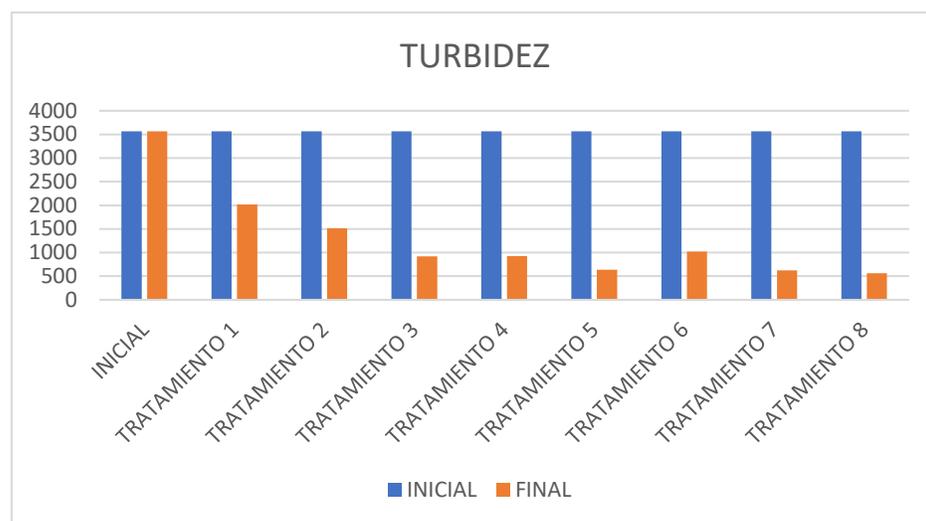


Figura 7: Turbidez en comparación a la muestra inicial

Fuente: Elaboración propia, 2019

De acuerdo a la Figura 7, se observó que el tratamiento 8 es el más eficaz (5g de sulfato de hierro, 40 mL de peróxido de hidrogeno en 90 minutos) reduciendo de 3565 mg/L a 562 mg/L, representando el 84.23% de reducción.

Tabla 23: Prueba de normalidad de la turbidez

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TURBIDEZ	TESTIGO	,283	3	.	,348	3	,854
	TRATAMIENTO 1	,328	3	.	,871	3	,298
	TRATAMIENTO 2	,235	3	.	,978	3	,716
	TRATAMIENTO 3	,232	3	.	,980	3	,726
	TRATAMIENTO 4	,245	3	.	,971	3	,672
	TRATAMIENTO 5	,328	3	.	,871	3	,298
	TRATAMIENTO 6	,219	3	.	,987	3	,780
	TRATAMIENTO 7	,175	3	.	,738	3	,264
	TRATAMIENTO 8	,321	3	.	,881	3	,328

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia, 2019

Contraste de hipótesis – Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba **Shapiro Wilk** con un nivel de confianza del 95%, la cantidad de muestras de todos los tratamientos es menor a 30. Tenemos una muestra de 3 repeticiones iniciales y finales.

Shapiro Wilk < 30 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 30 muestra

Se concluye que, por el número de muestras para este parámetro, usamos **Shapiro- Wilk**.

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los datos proceden de una distribución normal

H₁: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /Conclusión

Aceptamos **H₀**, los datos proceden de una distribución normal

Tabla 25: Prueba de ANOVA de la turbidez

ANOVA					
TURBIDEZ					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	22473529,333	8	2809191,167	9764,181	,000
Dentro de grupos	5178,667	18	287,704		
Total	22478708,000	26			

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H₀: T1= T2 = T3=T4=T5=T6=T7=T8

H₁: Al menos un tratamiento es diferente

b) Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

c) Resultado /discusión

Aceptamos H_1 al menos un tratamiento es diferente.

Tabla 246: Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de la turbidez

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: TURBIDEZ						
HSD Tukey						
TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TESTIGO	TRATAMIENTO 1	1546,000*	13,849	,000	1497,47	1594,53
	TRATAMIENTO 2	2052,667*	13,849	,000	2004,14	2101,19
	TRATAMIENTO 3	2643,333*	13,849	,000	2594,81	2691,86
	TRATAMIENTO 4	2641,000*	13,849	,000	2592,47	2689,53
	TRATAMIENTO 5	2926,667*	13,849	,000	2878,14	2975,19
	TRATAMIENTO 6	2542,000*	13,849	,000	2493,47	2590,53
	TRATAMIENTO 7	2940,000*	13,849	,000	2891,47	2988,53
	TRATAMIENTO 8	3003,333*	13,849	,000	2954,81	3051,86

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H_0 : No existe alguna significancia entre los tratamientos.

H_1 : Existe alguna significancia entre los tratamientos.

b) Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la H_1 , entonces asumimos que, existe alguna significancia entre los tratamientos de adición del proceso fenton al agua de bombeo proveniente de la industria pesquera, Callao, 2019, con respecto a la turbidez.

3.2.6 Conductividad eléctrica

En la Tabla 27, se presenta los resultados obtenidos en los laboratorios de la Universidad César Vallejo, en los cuales se determina la conductividad eléctrica que se encuentran en las muestras tratadas.

Tabla 27: Análisis de conductividad eléctrica

N° de tratamiento	Dosis	Repeticiones	Resultados (dS/m)
Tratamiento 1	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	54.4
		R2	54.3
		R3	54.4
		Promedio	54.4
Tratamiento 2	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	60.7
		R2	60.4
		R3	60.5
		Promedio	60.5
Tratamiento 3	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	53.8
		R2	53.6
		R3	53.8
		Promedio	53.7
Tratamiento 4	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 60 minutos)	R1	27.1
		R2	27.2
		R3	27.1
		Promedio	27.1
Tratamiento 5	(4g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	27.5
		R2	27.4
		R3	27.5
		Promedio	27.5
Tratamiento 6	(4g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	51.1
		R2	51
		R3	51.1
		Promedio	51.1
Tratamiento 7	(5g H ₂ SO ₄ - 30 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	41.3
		R2	41.2
		R3	41.3
		Promedio	41.3
Tratamiento 8	(5g H ₂ SO ₄ - 40 mL H ₂ O ₂ - 90 minutos)	R1	33.8
		R2	33.7
		R3	33.7
		Promedio	33.7

Fuente: Elaboración propia, 2019

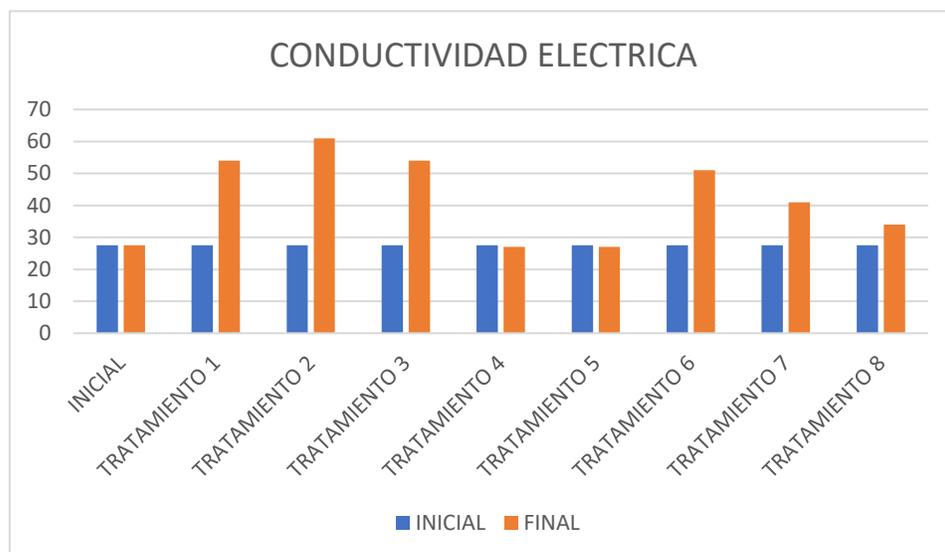


Figura 8: Conductividad eléctrica en comparación a la muestra inicial

Fuente: Elaboración propia, 2019

De acuerdo a la Figura 8, se observó que hay variación significativa en cuanto este parámetro esto es debido a la manipulación intencional por parte del procedimiento que se plantea.

Tabla 28: Prueba de normalidad de la conductividad eléctrica

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	TESTIGO	,587	3	.	,347	3	,241
	TRATAMIENTO 1	,475	3	.	,750	3	,588
	TRATAMIENTO 2	,253	3	.	,964	3	,637
	TRATAMIENTO 3	,849	3	.	,750	3	,245
	TRATAMIENTO 4	,154	3	.	,750	3	,084
	TRATAMIENTO 5	,729	3	.	,750	3	,251
	TRATAMIENTO 6	,610	3	.	,750	3	,795
	TRATAMIENTO 7	,219	3	.	,750	3	,150
	TRATAMIENTO 8	,729	3	.	,750	3	,857

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia, 2019

Contraste de hipótesis – Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba **Shapiro Wilk** con un nivel de confianza del 95%, la cantidad de muestras de todos los tratamientos es menor a 30. Tenemos una muestra de 3 repeticiones iniciales y finales.

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

Se concluye que, por el número de muestras para este parámetro, usamos **Shapiro-Wilk**.

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los datos proceden de una distribución normal

H₁: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. > 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /Conclusión

Aceptamos **H₀**, los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 259: Prueba de ANOVA de conductividad eléctrica

ANOVA					
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4282,487	8	535,311	85019,956	,000
Dentro de grupos	,113	18	,006		
Total	4282,600	26			

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H₀: T1= T2 = T3=T4=T5=T6=T7=T8

H₁: Al menos un tratamiento es diferente.

b) Regla de decisión

Sig. ≤ 0,05 Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. > 0,05 Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /discusión

Aceptamos H₁ al menos un tratamiento es diferente.

Tabla 30: Prueba de TUKEY - Comparación múltiple de conductividad eléctrica

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TESTIGO	TRATAMIENTO 1	-26,8667*	,0648	,000	-27,094	-26,640
	TRATAMIENTO 2	-33,0333*	,0648	,000	-33,260	-32,806
	TRATAMIENTO 3	-26,2333*	,0648	,000	-26,460	-26,006
	TRATAMIENTO 4	,3667*	,0648	,001	,140	,594
	TRATAMIENTO 5	,0333	,0648	1,000	-,194	,260
	TRATAMIENTO 6	-23,5667*	,0648	,000	-23,794	-23,340
	TRATAMIENTO 7	-13,7667*	,0648	,000	-13,994	-13,540
	TRATAMIENTO 8	-6,2333*	,0648	,000	-6,460	-6,006

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia, 2019

a) Prueba de hipótesis

H₀: No existe alguna significancia entre los tratamientos.

H₁: Existe alguna significancia entre los tratamientos.

b) Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la **H₀**, se acepta la **H₁**

Sig. $> 0,05$ Se acepta la **H₀**, se rechaza la **H₁**

c) Resultado /discusión

Aceptamos **H₁**, entonces asumimos que existe alguna significancia entre los tratamientos de adición del proceso fenton al agua de bombeo proveniente de la industria pesquera, Callao, 2019, con respecto a la conductividad eléctrica.

IV. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa general que establece que el proceso fenton reduce la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Alvarado (2016) quien aplicó dosis del reactivo fenton a lixiviados, evidenciando un 84.3% de reducción de DBO₅, además San Pedro – Cedillo, et al. (2016) indicó que mediante el procedimiento de fenton-adsorción con carbón activado granular la demanda bioquímica de oxígeno redujo en un 99.96%, en comparación a los resultados obtenidos en la que se demostró que la DBO₅ redujo en 89.27%. Ante la evidencia de estos resultados quiere decir que el proceso fenton es eficaz para la remoción de dicho parámetro representando porcentajes de oxidación por encima del 80%, pero si se complementa con una técnica más como la mencionada en la metodología que plantean San Pedro- Cedillo puede llegar a remover a casi el 100% de dicho parámetro.

En lo que respecta a la demanda química de oxígeno (DQO), la remoción fue de 75.67%, a su vez Aranibar (2016) demostró que aplicando el proceso fenton redujo el 97.2%, asimismo Taco y Mayorga (2013) indicaron que aplicando el mismo procedimiento se logró reducir la DQO en un 89.68%, en comparación a los que Granjeiro, Rodríguez, Honorato y Marinho (2018) demostraron que aplicando el proceso foto-fenton en lixiviados se logró reducir el 67.25% de dicho parámetro, ante ello podemos destacar que el procedimiento fenton convencional es más eficaz al procedimiento foto-fenton, ya que se logró reducir valores por encima del 70% de la demanda química de oxígeno.

Sin embargo, en lo que no concuerda este estudio con lo que señalan San Pedro – Cedillo (2016) en su artículo uso fenton-adsorción y Jácome (2016) en su investigación aplicando proceso fenton, es el grado de reducción de los sólidos suspendidos totales, pues los autores señalaron que obtuvieron un máximo de remoción del 60%. Contrariamente a lo obtenido en esta investigación, donde la reducción fue del 97.70%. Entonces, se afirma que esta investigación tiene resultados óptimos con respecto a los sólidos suspendidos totales en comparación con otras

investigaciones realizadas, se infiere que se lograron mejores resultados debido a la metodología propuesta en la que se menciona haber realizado un pre y post filtrado de la muestra a tratar.

En cuanto al pH idóneo este factor es muy importante, Souza, Oliveira y Lourenco (2018) señalaron el proceso fenton ideal en su experimentación fue a un pH de 3.5, de la misma forma, Ramírez, et al., (2017) indicaron que el proceso fenton debe ser aplicado a un pH de 3.5, por otro lado, Rubio, et al., (2013) concluyeron que el pH ideal para ser aplicado el proceso fenton debe estar en un rango de 3 a 4, en esta investigación se trabajó en un pH entre 3 a 3.5, por lo tanto se puede corroborar en base a la teoría y a los antecedentes que el proceso fenton debe ser ácido siendo más óptimo a un pH entre 3.5.

La dosis óptima de los reactivos utilizados y el tiempo de contacto son de suma importancia para llegar al objetivo deseado, por ello Aranibar concluyó que la dosis óptima fue de 5000 mg/L de sulfato de hierro y 120 mL de peróxido de hidrogeno, Ramos (2018) por otro lado señalo que la dosis óptima en su tratamiento fue de 15 g y 100 mL de sulfato de hierro y peróxido de hidrogeno respectivamente, además Alvarado (2016) en su investigación indicó que la dosis más eficaz en su tratamiento fue de 200 gramos de sulfato de hierro y 200 mL de peróxido de hidrogeno, asimismo, Medina, Montero y Cruz (2016), indicaron que la dosis óptima para tratar lixiviados de relleno sanitario en época de lluvia es de 1645 mg/L de sulfato ferroso y 1046 mg/L de peróxido de hidrogeno, con respecto a esta investigación se concluyó que la dosis óptima fue de 5 gramos y 40 mL de peróxido de hidrogeno, cabe acotar que los autores de otras investigaciones realizaron sus procedimientos en lixiviados o aguas residuales de otras industrias, mientras que en esta investigación se aplicó en el agua de bombeo de industria pesquera, es por ello que las dosis óptimas son muy diferentes ya que cada muestra contiene diferentes contaminantes y/o compuestos, es decir la muestra de agua de bombeo usada contenía carga contaminante derivada de los pescados como sangre, escamas, trozos del mismo pescado; mientras que, los lixiviados pueden contener tanto materia orgánica como compuestos más resistentes como metales pesados.

Por último, en cuanto al tiempo de contacto se evidenció que fue de 90 minutos en esta investigación, mientras que, Aranibar (2016) demostró que aplicando el mismo procedimiento el tiempo de contacto más eficaz fue de 25 minutos, por otro lado, Jácome (2016) señaló que el tiempo de contacto más eficaz fue de 30 minutos, por otro lado, forma Medina, Montero y Cruz (2016) concluyeron que el tiempo de contacto óptimo de la reacción fenton es de 20 minutos. Como se evidenció la muestra tratada en esta investigación contenía alta carga orgánica procedente de sangre de pescado, se puede inferir a que a mayor carga orgánica se necesitara más tiempo de contacto de los reactivos.

V. CONCLUSIONES

Las características iniciales del agua de bombeo indicaron una alta cantidad de materia orgánica, los cuales fueron medidos mediante los parámetros de DBO5 y DQO obteniendo respectivamente 22 560 mg/L y 36 333.3 mg/L, luego de haber aplicado el proceso fenton, el tratamiento 8 se obtuvo una reducción de 2 420 mg/L de DBO5, teniendo un porcentaje de reducción del 89.27%. Además, la DQO se redujo a 8 838 mg/L, siendo un porcentaje de reducción del 75.67%.

Tras la aplicación de los diferentes ensayos se determinó que el tratamiento 8 (5g de sulfato de hierro y 40 mL de peróxido de hidrógeno y a 90 minutos de agitación) es el que redujo mayor cantidad de materia orgánica.

Cabe acotar que el proceso fenton fue eficaz para reducción de otros parámetros como aceites y grasas; para este parámetro se obtuvo una remoción del 98.07%, asimismo los sólidos suspendidos totales se redujeron en un 97.70% y la turbidez se redujo en 84.23%.

VI. RECOMENDACIONES

Considerar el tiempo de descomposición de la muestra, porque el contenido de materia puede generar gases que muchas veces son tóxicos y nauseabundos, así mismo se debe de trabajar con los equipos de protección de gases y equipos de protección manuales como guantes ya que se hace manipulación de reactivos tóxicos.

Realizar el procedimiento a diferentes de pH (ácidos) y a diferentes temperaturas con el fin de evaluar cuál es la influencia de estos parámetros en el proceso fenton aplicado al agua de bombeo, ya que en este trabajo de investigación se propone un rango de pH entre 3 a 3.5 y a temperatura ambiente

Evaluar la aplicación de otros procesos oxidativos avanzados en efluentes de industrias pesqueras, con la finalidad de analizar qué tan eficaces son para la remoción de materia orgánica.

Realizar investigación del proceso fenton en la reducción de aceites y grasas ya que se demostró que la reducción de este parámetro fue elevada.

REFERENCIAS

- ALLOWAY, B. y AYRES, D. chemical principles of environmental pollution. [en línea]. 2°. Ed. Reino Unido: Blackie Academic and Professional, 1998. [Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2019]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=Y5x1KHrDKBQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
ISBN: 0 7514 0380 6
- ALVARADO, Natali. Tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del cantón Tena provincia de Napo mediante reacción fenton y microorganismos eficientes. Tesis (Ingeniera en Biotecnología Ambiental). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016. 120 pp. Disponible en <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/6310/1/236T0252.pdf>
- ARANIBAR, María. Aplicación del reactivo fenton para la remoción de dco del lixiviado de un depósito de seguridad a escala laboratorio. Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. 126 pp. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3105>
- ÁVILA, Deimer y SILVA, Carlos. Tratamiento de lixiviados diluido con aguas residuales en una planta piloto a escala de un sistema de lodos activados con el fin de lograr un efluente óptimo. Tesis (Ingeniero Sanitario). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2010. 307 pp. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3292>
- BES, Sarai, SILVA, Adrián y BENGGOA, Christophe. Manual técnico sobre procesos de oxidación avanzada aplicados al tratamiento de aguas residuales industriales. España: Ciencia y tecnología para el desarrollo, 2018. 60 pp.
ISBN: 978-84-09-08637-5
- CÁRDENAS, Arturo. mejoramiento de la etapa de prensado en el proceso de elaboración de harina de pescado mediante un sistema automatizado de control de la humedad en la empresa jada sa-chimbote. 2016. Tesis (Ingeniero Mecatrónico). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2015. 109 pp.

- Contaminación ambiental. Una visión desde la química [en línea] por Carmen Orozco [et al.]. Madrid: Ediciones Paraninfo, 2003 [Fecha de consulta: 01 de junio de 2019]. Disponible en: <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=nUoOx-8knyUC&oi=fnd&pg=PA87&dq=+Contaminaci%C3%B3n+ambiental.+Una+visi%C3%B3n+desde+la+qu%C3%ADmica+pdf&ots=HIXeWCzizE&sig=O2SfbGVF21Orm-n3If4yynzQy8>
- DURÁN, Sebastián. Determinación del efecto de sulfato de hierro (feso4), cloruro de sodio (nacl) en la germinación en semilla de orégano mexicano (*Lippia graviolens* H.B.K). Tesis (Ingeniero Agronomo). Coahuila: Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, 2011. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5076/T18700%20DURAN%20RODRIGUEZ.%20SEBASTIAN%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- Efluentes. Mónica Spinelli. [en línea]. Disponible en: <https://www.mendozaconicet.gob.ar/portal/enciclopedia/terminos/Efluentes.htm>.
- *El sector pesca aumento en 225.8% en diciembre del 2018 y alcanzó la tasa más alta en el año.* [en línea]. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2019]. Disponible en <https://www.gob.pe/institucion/pcm/informes-publicaciones/273710-informe-tecnico-n-016-2019-pcm-oaa-cp>
- GRANJEIRO, Larissa; RODRIGUES, Elisangela, HONORATO, Flavio y Marinho, Arthur. Otimização multivariada do processo foto-Fenton solar na remoção da demanda química de oxigênio em lixiviados de aterros sanitários. *Engenharia Sanitária e Ambiental.* [en línea]. vol.23, n°.3. mayo- junio del 2018 [fecha de consulta: 14 de mayo del 2019]. pp.499-507. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522018000300499&lng=en&nrm=iso.
ISSN 1413-4152
- HÅKANSON, Lars. (2004). Internal loading: A new solution to an old problem in aquatic sciences. *Lakes & Reservoirs. Research and Management.* [en línea]. Vol. 9. N°1, 15 de marzo de 2004. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2019]. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1440-1770.2004.00230.x>

- Harina de pescado: Perú lidera su producción mundial. Sociedad Nacional de Pesquería. 2019. Disponible en: <https://www.snp.org.pe/harina-de-pescado/>
- JÁCOME, David. Tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del cantón salcedo provincia de Cotopaxi Mediante floculación iónica y técnica fenton en el año 2015. Tesis (Ingeniero en Biotecnología Ambiental). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016. 171 pp. Disponible en <http://201.218.5.85/handle/123456789/4886>
- LAZCANO, César. Biotecnología ambiental de aguas y aguas residuales. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014. 791 pp.
ISBN:978-9972-46-535-2
- MARÍN, Bienvenido. Manual de química del agua. Santa Marta: Editorial UniMagdalena, 2009. 220 pp.
ISBN: 978-8320-76-2
- MEDINA, Carlos, MONTERO, Edgar y CRUZ, Liz. Optimización del proceso Fenton en el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios. *Revista Sociedad Química del Perú* [en línea]. vol.82, n°.4, 2016. [fecha de consulta: 29 de mayo de 2019]. pp.454-466. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000400007
ISSN 1810-634X.
- MÉNDEZ, Roger, et al. Determinación de la dosis óptima de reactivo fenton en un tratamiento de lixiviados por fenton-adsorción. *Revista internacional de contaminación ambiental*. [en línea]. vol.26, N° 3. enero de 2010. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2019]. p. 210-220. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/47297226_DETERMINACION_DE_LA_DOSIS_OPTIMA_DE_REACTIVO_FENTON_EN_UN_TRATAMIENTO_DE_LIXIVIADOS_POR_FENTON-ADSORCION
ISSN 0188-4999
- Ministerio de la Producción (Produce). 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 (Imp) aprobados por decreto supremo n° 010-2008-produce. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2019]. Disponible en

<http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2009/abril/25/RM-181-2009>

[PRODUCE_Guia.pdf](#)

- Ministerio de la Producción. Protocolo para el monitoreo de los efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto. Resolución Ministerial N°061-2016. Lima: 2016. 31 pp.
- ORJUELA. L. (2013). Hoja metodológica del indicador Promedio del total de sólidos en suspensión por estación. Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
- PAREDES, Victor. Impactos ambientales y económicos generados por las plantas de tratamiento de agua de cola de las fabricas de harina y aceite de pescado del Perú en el ambiente marino, años: 1950-2002. Tesis (Maestría en ciencias). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2005. 107 pp.
- PEREIRA, Chrystopher y BRITO, Núbia. Integration of treatment technologies with Fenton reagent for laboratory effluent remediation. *Ambiente & Agua- An interdisciplinary Journal of Applied Science* [en línea]. vol.13, n.5. octubre de 2018, [Fecha de consulta: 28 de abril de 2019]. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2018000500309&lng=en&nrm=iso. ISSN 1980-993X.
- PIGNATELLO, Joseph. Dark and Photoassisted Fe³⁺-Catalyzed Degradation of Chlorophenoxy Herbicides by Hydrogen Peroxide. *Enviromental Sciencie & Technology*. [en línea]. Vol. 26. N°5. 1992. [Fecha de consulta 05 de mayo de 2019]. p. 944-951. Disponible en <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es00029a012>
- RAMOS, Katiuska. Evaluación de procesos de oxidación avanzados: foto-fenton con luz solar para la degradación de sustancias y desechos líquidos tóxicos. Tesis (Doctora en Ingeniería). Valencia: Universidad de Carabobo, 2018. 168 pp. Disponible en: <http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/7203/3/kramos.pdf>
- ROMERO, Jairo. Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño. 3°. ed. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería, 2004. 1248 pp.
ISBN: 958- 8060-13-3
- RUBIO, Ainhoa, CHICA, Edwin y PEÑUELA, Gustavo. Aplicación del proceso Fenton en el tratamiento de aguas residuales de origen petroquímico. *Ingeniería y*

competitividad. [en línea]. vol.16 n° 2. 2014, [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2019]. pp 211-223.

Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0123-30332014000200019

ISSN 0123-3033

- SAN PEDRO-CEDILLO, L. et al. Evaluation of adsorption and Fenton-adsorption processes for landfill leachate treatment. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. [en línea]. vol.14, n°.3. 2015 [Fecha de consulta: 29 de abril de 2019]. pp.745-755. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382015000300017&lng=es&nrm=iso.

ISSN 1665-2738

- SÁNCHEZ, Concepción. Reacciones fenton. Fichas técnicas de etapas de proceso de plantas de tratamiento de aguas residuales de la industria textil. Serie tratamientos terciarios. La Coruña: Universidad de la Coruña, 2015, 31p.
- SÁNCHEZ, Guadalupe, OROZCO, Rita y JACINTO, Elena. Estado de la contaminación marina en el litoral Peruano en 1994 y 1995- Informe N° 136. *Instituto del Mar Peruano*. [en línea]. vol. 7. N° 22. agosto de 1998. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2019]. 21pp. Disponible en <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/1196>

ISSN 0378 – 7702

- SILVA, et al. Treatment of Sanitary Landfill Leachate by Photo-Fenton Process: Effect of the Matrix Composition. *Journal Brazilian Chemical Society*. [en línea]. vol.27. n°12. diciembre de 2016. [Fecha de Consulta: 03 de mayo de 2019]. pp. 2264-2272.
- SOUZA, Camila, OLIVEIRA, Fabricio y LOURENÇO, Caio. Avaliação do lodo resultante da aplicação do reagente de fenton em lixiviado metanogênico pré-tratado biológicamente. *Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais*. [en línea]. 13 al 15 de junio de 2018. [fecha de consulta: 14 de mayo de 2019] Disponible en <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/download/761/602>
- SZPYRKOWICZ, Lidia, JUZZOLINO, Claudia Y KAUL, Santosh. A Comparative study on oxidation of disperse dyes by electrochemical process, ozone, hypochlorite and fenton reagent. *Water Resource*. [en línea] Vol. 35, N°. 9. 2001. [Fecha de consulta: 14

de mayo de 2019]. 2129-2136 pp. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135400004875?via%3Dihub>

- TACO, Miguel y MAYORGA, Eduardo. Aplicación del proceso Fenton en la disminución de materia orgánica en aguas residuales de la industria termoeléctrica. *Química Central*. [en línea]. vol.03, n° 01. Febrero del 2013 [Fecha de consulta: 01 de mayo del 2019]. pp. 25-30. Disponible en <http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/QUIMICA/article/view/1199/1190>
 - VIDAL, Daniela, SALGUEIRO, Larissa, LOPES, Igor y CARBONELLI, Juacyara. Estudo da tratabilidade de lixiviado gerado em um aterro controlado. *Ambiente & Água- An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. [en línea]. Vol. 12. N° 3. Mayo – Junio del 2017, [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019]. pp. 457-467. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/928/92850602009.pdf>
- ISSN 1980-993X
- ZAZO, Juan. Oxidación de Fenol de Aguas residuales mediante H₂O₂/Fe²⁺/Carbón activo. Tesis (Doctorado en Química). Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en <https://repositorio.uam.es/handle/10486/674291>

ANEXOS

Anexo N°1: Tabla de Operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Medida	
INDEPENDIENTE	Aplicación del proceso fenton	Consiste en la adición de sales de hierro como catalizador en presencia de H ₂ O ₂ es un método clásico de producción de radicales HO. Este POA. En este proceso, los radicales HO se forman a partir de la interacción entre H ₂ O ₂ y hierro ferroso (Fe ⁺²) en medio ácido (Bes, Silva y Bengoa, 2018).	Para cada tratamiento, se le aplicó el proceso fenton, a diferentes cantidades de sulfato de hierro y peróxido de hidrogeno, estos tratamientos fueron sometidos a un tiempo de contacto de e 60 y 90 minutos con agitación constante de 250 rpm y a pH entre el rango de 3 a 3.5.	Tiempo de agitación	60 90	Minutos
				Dosis de reactivos	sulfato de hierro 4000 5000	mg
DEPENDIENTE	Reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera	Este parámetro puede estar compuesta por heces, sangre, residuos animales y vegetales; que pueden se descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos de consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentra en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y en estas aguas ya no pueden vivir peces ni otros seres vivos que necesitan oxígeno (Alloway y Ayres, 1998).	Los parámetros para determinar la materia orgánica en cuerpos de agua son DBO y DQO, estos fueron analizados mediante la oxidación con reactivos químicos como el permanganato de potasio o el dicromato de potasio, la determinación de DBO demora 5 días mientras que DQO es en un lapso de 2 a 3 horas.	Características Físicas	Turbidez	NTU
					Sólidos suspendidos totales	mg/L
					pH	1-14
					Aceites y Grasas	mg/L
					Conductividad eléctrica	μS/m
				Características Químicas	DBO ₅	mg/L
	DQO	mg/L				

Anexo N°2: Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿En qué porcentaje la aplicación del proceso fenton reducirá la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019?	Determinar el porcentaje de reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera al aplicar el proceso fenton.	<p>H₁: El proceso fenton reduce la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.</p> <p>H₀: El proceso fenton no reduce la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
¿Cuál es la dosis de reactivo adecuada para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019?	Determinar la dosis de reactivo adecuada para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.	La dosis adecuada para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera es de 4 g de sulfato de hierro y 30 mL de peróxido de hidrogeno.
¿Cuál es el tiempo de agitación adecuado para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019?	Determinar el tiempo de agitación adecuado para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019.	El tiempo de agitación adecuado para mejorar los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo de la industria pesquera es de 60 minutos.

Anexo N°3: Solicitudes de validación



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: BENITES ALFARO ELMER GONZALES

Yo CRYSTIAN ANTONY NOÉ MAZA identificado con DNI No. 74.139.078 alumno(a) de la EAP de INGENIERIA AMBIENTAL a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesina que vengo elaborando titulada: "EFECTO DEL PROCESO FENTON EN LOS EFLUENTES DE LA INDUSTRIA PESQUERA", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 14 de JUNIO de 2019

ELMER GONZALES BENITES ALFARO
INGENIERO QUIMICO
Reg. CP N° 11986

NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA
Crystian Antony
Noé Maza

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Sr.: ACOSTA SUASNABAR EUSTERIO HORACIO

Yo CRISTIAN ANTONY NOÉ MAZA identificado con DNI
No. 74901378 alumno(a) de la EAP de INGENIERÍA AMBIENTAL, a usted
con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesina que vengo
elaborando titulada: "EFEECTO DEL PROCESO FENTON EN LOS EFLUENTES DE LA INDUSTRIA PESQUERA",
solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos
correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 12 JUNIO de 2019


NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA
Cristian Antony
Noé Maza

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Sr.: JIMENEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO

Yo CRYSTIAN ANTONY NOÉ MAZA identificado con DNI
No. 74439078 alumno(a) de la EAP de INGENIERIA AMBIENTAL a usted
con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo
elaborando titulada: "EFEECTO DEL PROCESO FENTON EN LOS EFLUENTES DE LA INDUSTRIA PESQUERA"
solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos
correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 14 de JUNIO de 2019


NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA
Crystian Antony
Noé Maza

Anexo N°4: Validación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:..... ACOSTA SUANSABAR, EUSTERIO HORACIO
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE, UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Especialidad o línea de investigación:..... INGENIERIA QUIMICA AMBIENTAL
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... FICHA 1
 1.5. Autor(A) de Instrumento:..... NOÉ MAZA CRISTIAN ANTONY

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 12 DE JUNIO del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 25450
 DNI No. 8830691. Telf.: 97442836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: AGOSTA SANSABAR EUSTERIO HORACIO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Especialidad o línea de investigación: INGENIERIA QUIMICA AMBIENTAL
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 2
 1.5. Autor(A) de Instrumento: DOE MAZA CRYSTIAN ANTONY

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

 Lima, 12 DE DICIEMBRE del 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 25950
 DNI No. 08306525 Telf: 974147826



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASNABAR EUSTERIO HORACIO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Especialidad o línea de investigación: INGENIERÍA QUÍMICA AMBIENTAL
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 3
 1.5. Autor(A) de Instrumento: NOE MAZA CRISTIAN ANTONY

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Lima, 12 DE JUNIO del 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 25450
 DNI No. 62306825 Telf.: 974112836



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SOASNABAR EUSTERIO JOSE
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Especialidad o línea de investigación: INGENIERIA QUIMICA AMBIENTAL
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 4
 1.5. Autor(A) de Instrumento: JOE MAZA CRISTIAN ANTONY

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 12 DE JUNIO del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 25152
 DNI No. 28306175 Telf. 974112836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfonso Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTE - JUV. - Doc. y Asesoría
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Inv. Química - DTE (C) Dep. Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 1
 1.5. Autor(A) de Instrumento: NOE HAZA Crystian Antony

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Sí
 No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

%

Lima, 14/06/19 del 2019.

[Firma]
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
ELMER GONZALES BENITES ALFARO
 INGENIERO QUÍMICO
 DNI No. Reg. CIP N° 719511f.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Bentes Alvaro Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: OTC - UCV - Doc Metodológico
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico - Doc. Ing. Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 2
 1.5. Autor(A) de Instrumento: NOE MAZA Crystian Antony

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

%

Lima, 14/06 del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

ELMER GONZALES BENTES ALFARO

DNI NO. INGENIERO QUÍMICO

Reg. CIP N° 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV - Doc. Metodológico
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico - Doc. Ing. Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 3
 1.5. Autor(A) de Instrumento: NOE HAZA Crystian Antony

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S'
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

%

 Lima, 14/06 del 201 9
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
ELMER GONZALES BENITES ALFARO
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CIP N° 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Doc - UCV - Doc Metodológico
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico - Doc Ing. Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Figura 4
 1.5. Autor(A) de Instrumento: NOE NAZA Christian Antony

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE 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.											Y		
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

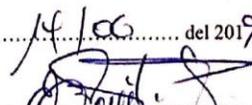
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

%

Lima, 14/06 del 2019


FIRMA DEL EXPERTO NORMATIVO
ELMER GONZALES BENITES ALFARO
INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CIP N° 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC-UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: SISTEMAS DE GESTIÓN AGRÍCOLA
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 1
 1.5. Autor(A) de Instrumento: NOE MAZA CRYSTIAN ANTONY

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

SI

86 %


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Lima, 14 de Junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....
 DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: NOÉ MAZA CRYSTIAN ANTONY

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

✓

89.5 %


Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
CIP. 42355

Lima, 14 de Junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....
DNI No..... Telf.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNES CALDERÓN CÉSAR EDUARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 3
 1.5. Autor(A) de Instrumento: NOÉ MAZA CRYSTIAN ANTONY

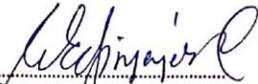
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

Si
 No

87.5 %

 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Lima, 14 de Junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....
 DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: TICHA V
 1.5. Autor(A) de Instrumento: NOE MAZA CRISTIAN ANTONY

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

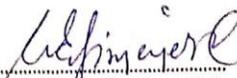
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

87 %


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

Lima, 14 de Junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....
 DNI No..... Telf:.....

Anexo N°5: Instrumentos para recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental “Aplicación del proceso Fenton para la reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019”
	FICHA DE CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA MUESTRA INICIAL
PARÁMETROS	MUESTRA INICIAL
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	
Aceites y Grasas (mg/L)	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
pH (Unidad de pH)	
Temperatura (°C)	
Turbidez (UNT)	
Conductividad eléctrica (mS/cm)	

Jhony Valverde

CIP 79862

[Signature]
 ELMER BENÍTES BENÍTES ALFARO
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CIP N° 71996

[Signature]
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderín
 CIP. 42355

[Signature]
 H. AGOSTOS
 CIP 25450

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental "Aplicación del proceso Fenton para la reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019" FICHA DE RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DESPUES DE LA APLICACION DEL PROCESO FENTON							
Tratamiento	Repetición	Tiempo (Minutos)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	Acetres y Grasas (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Turbidez (UNT)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	
T1	R1	60 minutos							
	R2								
	R3								
T2	R1								
	R2								
	R3								
T3	R1		90 minutos						
	R2								
	R3								
T4	R1								
	R2								
	R3								
T5	R1								
	R2								
	R3								
T6	R1								
	R2								
	R3								
T7	R1								
	R2								
	R3								
T8	R1								
	R2								
	R3								

Johnny Valverde
CIP 79862

Elmer C. S. P. Torres Alfaro
K. Acevedo S
CIP 25450

ELMER C. S. P. TORRES ALFARO
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CP N° 11988

Dr. César Esteban Jiménez Calderín
CIP 47355



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

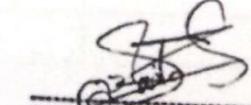
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

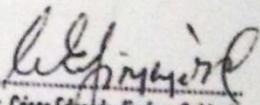
“Aplicación del proceso Fenton para la reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019”

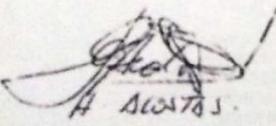
FICHA DE COMPARACIÓN DE MUESTRA INICIAL Y MEJORES TRATAMIENTOS

Parámetro	Muestra Inicial	Tratamiento (.....)	Tratamiento (.....)	Porcentaje de Reducción
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)				
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)				
Aceites y Grasas (mg/L)				
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)				


CIP 79862


ELMER GONZALES BENTES ALFARO
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CIP N° 71994


 Dr. César Edgardo Jiménez Calderón
CIP. 42355


A. AGUILAR
CIP 25450

Anexo N°6: Resultados

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental	
		“Aplicación del proceso Fenton para la reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019”	
		FICHA DE COTEJO DE MATERIALES PARA LA TOMA DE MUESTRA	
N°	Materiales	SI	NO
01	Libreta de campo	X	
02	Etiquetas para la identificación de frascos	X	
03	Papel secante	X	
04	Cinta adhesiva	X	
05	Plumón indeleble	X	
06	Bolsas ziploc	X	
07	Frascos esterilizados y de primer uso	X	
08	Tapa boca descartable	X	
09	Balde transparente limpio	X	
10	Guantes descartables	X	

“Año de la lucha contra la corrupción e impunidad”



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Constancia de uso de laboratorio

Señores

Jurados de la Universidad César Vallejo.

El Suscrito:

HACE CONSTAR:

Que el Sr. Crystian Antony Noe Maza, quien se identifica con DNI: 74139078, de la carrera de Ingeniería Ambiental, ha hecho uso del laboratorio de Fisicoquímica, bajo la supervisión del Químico Sigfredo Alexander Quintana Paetán, para sus siguientes análisis:

- Determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)
- Demanda de Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Determinación de Aceites y Grasas
- Determinación de Sólidos Suspendidos Totales
- Determinación de Potencial de Hidrógeno
- Determinación de Conductividad Eléctrica
- Determinación de Turbidez
- Determinación de Oxígeno Disuelto
- Determinación de Temperatura

Dicha actividad fue desarrollada con motivo de su tesis titulada “Aplicación del proceso Fenton para la reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019”


Lima, 02 de Diciembre del 2019
Sigfredo A. Quintana Paetán
QUÍMICO
CQP 598

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental
	“Aplicación del proceso Fenton para la reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019”
	FICHA DE CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA MUESTRA INICIAL
PARÁMETROS	MUESTRA INICIAL
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	22560
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	36333,3
Aceites y Grasas (mg/L)	9360
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	5800
pH (Unidad de pH)	6.31
Temperatura (°C)	20.03
Turbidez (UNT)	3565
Conductividad eléctrica (mS/cm)	27.5


 Sigfredo A. Quintana Paetán
 QUÍMICO
 CQP 598

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental			
		“Aplicación del proceso Fenton para la reducción de la materia orgánica presente en el agua de bombeo de la industria pesquera, Callao, 2019”			
		FICHA DE COMPARACIÓN DE MUESTRA INICIAL Y MEJORES TRATAMIENTOS			
Parámetro	Muestra Inicial	Tratamiento (7)	Porcentaje de Remoción	Tratamiento (8)	Porcentaje de Reducción
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	22560	3434	84.77%	2420	89.27%
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	36333.3	12153	66.55%	8838	75.67
Aceites y Grasas (mg/L)	9360	304	96.75%	181	98.06%
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	5800	240	96.86%	133	97.70%


 Sigfredo A. Quintana Paetán
 QUÍMICO
 CQP 596

Anexo N°7: Proceso de la investigación



Anexo N°8: Fotos



Figura 09: Adición de bencina a la pera de decantación para la determinación de aceites y grasas



Figura 10: Extracción de la parte orgánica (aceites y grasas) con solvente (bencina)



Figura 11: Centrifugación de tubos de ensayo para la determinación de aceites y grasas

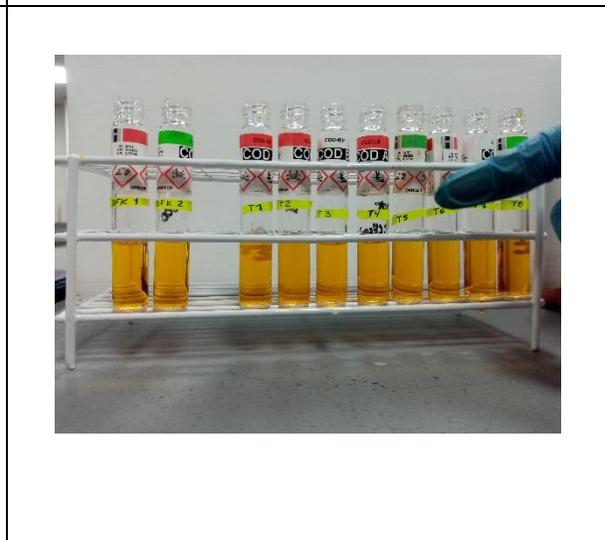


Figura 12: Tubo de digestión para la determinación de la demanda química de oxígeno



Figura 13: Tubos de digestión en el reactor para la determinación de DQO



Figura 14: Lectura en el espectrofotómetro para la determinación de DQO



Figura 15: Botellas esterilizadas para la determinación de DBO5

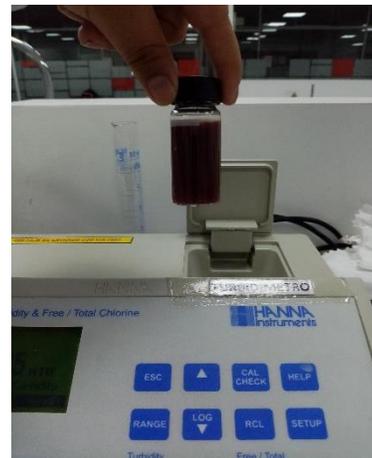


Figura 16: Determinación de la turbidez de la muestra inicial mediante el turbidímetro



Figura 17: Determinación de pH de los tratamientos



Figura 18: Agitación en el equipo de test de jarras