



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Reutilización de agua contaminada con aceites y grasas de taller  
de mantenimiento de motores mediante sistema de filtración con  
papel de roca cálcica**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORAS:**

Ampuero Santa Cruz, Neyss Michell (ORCID: 0000-0003-1554-0176)

Navarro Huamán, Yomayra Beatriz (ORCID: 0000-0001-5044-9349)

**ASESOR:**

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**Lima – Perú**

**2020**

## **Dedicatoria**

El trabajo de investigación está dedicado principalmente a Dios, por darnos fuerzas e inspirarnos para seguir en este proceso de poder obtener uno de nuestros mayores anhelos en la vida.

A nuestros padres por su amor y sacrificio durante estos años, por confiar y creer en nuestras expectativas, y así haber conseguido llegar hasta aquí.

A aquellas personas que nos apoyaron e hicieron que el trabajo se realice con éxito en especial a quienes compartieron y aportaron con sus conocimientos.

## **Agradecimiento**

Agradecemos en primer lugar a Dios por darnos la oportunidad de tener salud, guiarnos y tener presente a nuestra familia.

A nuestros padres: Enrique Ampuero Vega, Milagro Santa Cruz Morales, Alejandro Navarro Chaupin y Beatriz Huamán Rodríguez, porque siempre estuvieron para brindarnos palabras de apoyo, momentos reconfortantes para continuar y renovar energías.

Asimismo, agradecer a nuestra alma máter, Universidad César Vallejo por brindarnos los recursos necesarios para llevar a cabo el desarrollo de nuestra investigación. Finalmente, agradecer a nuestro asesor Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera por su apoyo incondicional, sus conocimientos nos han guiado en cada etapa de este trabajo de investigación para lograr los resultados esperados.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	13
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
3.4.1. Técnica .....	13
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	13
3.4.3. Validez y confiabilidad.....	14
3.5. Procedimiento.....	15
3.6. Método de análisis de datos .....	28
3.7. Aspectos éticos .....	28
V. RESULTADOS.....	29
VI. DISCUSIÓN.....	47
VII. CONCLUSIONES .....	51
VIII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS .....	53
ANEXOS .....	63

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Instrumentos de recolección de datos para la investigación .....	13
<b>Tabla 2.</b> Jueces expertos .....	14
<b>Tabla 3.</b> Porcentaje de validación de los instrumentos por cada experto .....	14
<b>Tabla 4.</b> Materiales y EPP.....	17
<b>Tabla 5.</b> Valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado – MVCS .....	21
<b>Tabla 6.</b> Medidas exteriores de las estructuras de las etapas del sistema de filtración .....	22
<b>Tabla 7.</b> Materiales PVC para el acople de las estructuras del sistema de filtración .....	22
<b>Tabla 8.</b> Medidas del interior del tanque primario .....	24
<b>Tabla 9.</b> Materiales PVC para la estructura del tanque primario - Unidades y medidas .....	24
<b>Tabla 10.</b> Medidas de las piezas de la estructura de Filtración 1 y Filtración 2.....	25
<b>Tabla 11.</b> Medidas de las tapas base de las estructuras de filtración 1 y filtración 2 .....	25
<b>Tabla 12.</b> Medidas del interior del tanque de oxidación .....	26
<b>Tabla 13.</b> Medidas de las placas internas de la Parte 2 del tanque de oxidación.....	26
<b>Tabla 14.</b> Características de los filtros de papel de roca cálcica.....	27
<b>Tabla 15.</b> Aberturas y peso filtros de papel de roca cálcica .....	27
<b>Tabla 16.</b> Datos de los parámetros fisicoquímicos.....	29
<b>Tabla 17.</b> Datos de los sólidos totales de la muestra.....	29
<b>Tabla 18.</b> Datos de los sólidos disueltos de la muestra .....	29
<b>Tabla 19.</b> Datos de los sólidos suspendidos totales de la muestra .....	29
<b>Tabla 20.</b> Datos del oxígeno disuelto de la muestra .....	30
<b>Tabla 21.</b> Datos de la demanda química de oxígeno.....	30
<b>Tabla 22.</b> Datos del oxígeno disuelto inicial - DBO <sub>5</sub> .....	30
<b>Tabla 23.</b> Datos del oxígeno disuelto final - DBO <sub>5</sub> .....	30
<b>Tabla 24.</b> Datos de la demanda bioquímica de oxígeno – DBO <sub>5</sub> .....	30

<b>Tabla 25.</b> Datos de la caracterización de aceites y grasas .....	31
<b>Tabla 26.</b> Datos de la determinación del carbonato de calcio en porcentaje .....	31
<b>Tabla 27.</b> Prueba de normalidad en parámetros fisicoquímicos y biológicos .....	41
<b>Tabla 28.</b> Datos de la prueba de normalidad para demanda bioquímica de oxígeno .....	42
<b>Tabla 29.</b> Prueba de homogeneidad de parámetros fisicoquímicos y biológicos.....	43
<b>Tabla 30.</b> Valores del análisis de varianza (ANOVA) de un factor .....	44
<b>Tabla 31.</b> Datos de la prueba estadística de correlación (bivariadas).....	45

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Diagrama del procedimiento del proyecto de investigación.....	16
<b>Figura 2.</b> Ubicación del taller de mantenimiento de motores.....	17
<b>Figura 3.</b> Diseño del sistema de filtración con papel de roca cálcica.....	23
<b>Figura 4.</b> Efecto de la temperatura .....	32
<b>Figura 5.</b> Efecto del potencial de hidrógeno .....	33
<b>Figura 6.</b> Efecto de la conductividad eléctrica .....	33
<b>Figura 7.</b> Efecto del potencial redox .....	34
<b>Figura 8.</b> Efecto de la turbidez.....	35
<b>Figura 9.</b> Efecto de los sólidos totales .....	35
<b>Figura 10.</b> Efecto de los sólidos disueltos .....	36
<b>Figura 11.</b> Efecto de los sólidos suspendidos totales .....	37
<b>Figura 12.</b> Efecto del oxígeno disuelto .....	37
<b>Figura 13.</b> Efecto de la demanda química de oxígeno .....	38
<b>Figura 14.</b> Efecto de la demanda bioquímica de oxígeno.....	39
<b>Figura 15.</b> Efecto de los aceites y grasas.....	39
<b>Figura 16.</b> Efecto del caudal en cada etapa .....	40

## RESUMEN

La finalidad de la presente investigación fue determinar la influencia del sistema de filtración con papel de roca cálcica en la reducción de aceites y grasas para la reutilización del agua del taller de mantenimiento de motores. Para el tratamiento se implementó un sistema compuesto de 4 etapas (tanque primario, filtración 1, tanque de oxidación y filtración 2). La etapa de filtración 1 y 2 estuvo constituida por 8 filtros hechos de roca cálcica con aberturas de 3, 2.5, 1.5, 1, 0.9, 0.8, 0.6 y 0.5 mm. El control de los aceites y grasas, parámetros fisicoquímicos y biológicos fue evaluado en tiempos de 3, 5 y 8h. Los resultados mostraron reducción de un 86.8% de los aceites y grasas, los SST y DQO disminuyeron de 600 mg/L y 4587.2 mgO<sub>2</sub>/L para 477 mg/L y 961.52 mgO<sub>2</sub>/L, respectivamente. Mientras, la DBO incrementó de 1.53mgO<sub>2</sub>/L para 45.6 mgO<sub>2</sub>/L, manteniéndose dentro de los VMA del D.S. N° 010-2019-VIVIENDA. Finalmente, se concluye que el sistema de filtración con papel de roca cálcica es un método favorable en el tratamiento de aguas contaminadas con aceites y grasas que podrían ser reutilizadas como aguas de lavado en el mismo taller.

**Palabras claves:** filtración, roca cálcica, aceites, grasas.



## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the influence of the calcium rock paper filtration system on the reduction of oils and greases for the reuse of water from the engine maintenance workshop. For the treatment, a system composed of 4 stages was implemented (primary tank, filtration 1, oxidation tank and filtration 2). Filtration stage 1 and stage 2 consisted of 8 filters made of calcium rock with openings of 3, 2.5, 1.5, 1, 0.9, 0.8, 0.6 and 0.5 mm. The control of oils and grease, physicochemical and biological parameters was evaluated in times of 3, 5 and 8 hours. The results showed a reduction of 86.8% of oils and grease, TSS and COD decreased from 600 mg/L and 4587.2 mgO<sub>2</sub>/L to 477 mg/L and 961.52 mgO<sub>2</sub>/L, respectively. Meanwhile, the BOD increased from 1.53mgO<sub>2</sub>/L to 45.6 mgO<sub>2</sub>/L, staying within the VMA of the S.D. N° 010-2019-VIVIENDA. Finally, it is concluded that the calcium rock paper filtration system is a favorable method in the treatment of water contaminated with oils and grease that could be reused as washing water in the same workshop.

**Keywords:** filtration, calcium rock, oils, greas

## I. INTRODUCCIÓN

Toda persona tiene derecho a la disponibilidad de agua para su consumo con una calidad admisible tanto para uso personal y/o doméstico (OMS, 2019). Es por ello, que el agua es considerada un recurso básico y esencial para la subsistencia de todo ser vivo en el planeta tierra, y se emplea en diferentes actividades antropogénicas, específicamente en el sector agropecuario, industrial y/o municipal con fines benéficos para empresarios, socios y población en general. En determinados países de Sudamérica como: Chile, Colombia, Brasil y Perú, el consumo de agua en las industrias y/o municipios suelen ser entre 55% - 73% (AQUASTAT, 2015). Las aguas de diversas fuentes son empleadas de manera irresponsable por los seres humanos dando lugar a la contaminación hídrica; denominándose en la mayoría de los casos como aguas residuales, donde se ven alteradas en su calidad y por lo tanto su uso se ve limitado. Ante ello, la ONU realizó la inclusión de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS): Agua limpia y saneamiento, con la finalidad de asegurar la asequibilidad universal del agua potable para el 2030 (ONU, 2015).

Actualmente, el sector industrial y/o municipal en el Perú es el principal generador de las aguas contaminadas con aceites y grasas, debido a la alta demanda de servicios prestados por los talleres de mantenimiento de motores de maquinarias pesadas (Aquino, 2017). En el taller de mantenimiento de motores habitualmente se lleva a cabo las siguientes actividades: reparación de motores, lavado de motores y cambio de aceites; asimismo durante los procesos se realizan combinaciones de agua potable y solventes que repercuten en la calidad del agua dando lugar a los sólidos totales, sólidos disueltos, aceites y grasas, fosfatos, nitratos como materia microbiológica y la degradación de la parte biológica. El 90% de estas aguas son vertidas directamente a lagos, ríos y océanos, sin tratamiento alguno (OMS, 2017), provocando severos daños ambientales, evidenciados en la extinción de biodiversidad, como ecosistemas acuáticos, forestales y edafológicos extendiendo las consecuencias a la salud de los seres humanos.

El estudio propone el manejo de filtros elaborados con papel de rocas cálcicas, estas poseen mayor efectividad que los tratamientos de biofiltración debido a la

descomposición orgánica en exceso (eutrofización) ocasionando contaminación, en consecuencia, un corto tiempo de vida útil del biofiltro (Ávila y Moreno, 2016). La elaboración del filtro vertical con papel de roca cálcica se llevó a cabo con la finalidad de poder reutilizarse, para seguir filtrando el agua residual proveniente del taller de mantenimiento de motores para el aprovechamiento multidimensional de este recurso hídrico (GESTIÓN, 2020). Por consiguiente, la reutilización de las aguas residuales de los talleres de mantenimiento de motores es una beneficiosa alternativa que brinda la investigación, aprobando el uso adecuado y responsable del agua (Aquino, 2017), contribuyendo al cumplimiento de los valores máximos admisibles que establecen las entidades responsables, SEDAPAL D.S. N° 010-2019 – VIVIENDA, acerca de las descargas de aguas contaminadas con aceites y grasas en el alcantarillado garantizando la calidad óptima del agua para futuras generaciones (VIVIENDA, 2017).

Como **problema general** se tiene la siguiente interrogante: ¿de qué manera el sistema de filtración con papel de roca cálcica influirá en la reducción de aceites y grasas para la reutilización del agua del taller de mantenimiento de motores?, y como **problemas específicos**: ¿qué porcentaje de carbonato de calcio se obtuvo de la roca cálcica para la elaboración del filtro para el tratamiento del agua del taller de mantenimiento de motores?, ¿cuáles son las características fisicoquímicas y biológicas del agua contaminada con aceites y grasas del taller de mantenimiento de motores, antes y después de cada etapa del sistema de filtración con papel de roca cálcica?, ¿cuál es el mejor tiempo para el tratamiento por sistema filtración con papel de roca cálcica para la reutilización del agua con aceites y grasas del taller de mantenimiento de motores?

Los aportes que justifican la investigación son los siguientes: Teóricamente se realizó con la finalidad de aportar conocimientos a los trabajos científicos existentes, donde los resultados se podrán sistematizar para ser incorporados como un conocimiento a la ciencia. Económicamente, el proyecto propone asistir con una calidad de agua que podrá ser reutilizada en el taller de mantenimiento de motores, ya que el tratado de aguas por empresas prestadoras de servicio causa un gran costo económico; asimismo, beneficiaria socialmente en la mejora de calidad de aguas que son vertidas en las alcantarillas, no ocasionarán impactos

ambientales, simplificando la adaptación de tratamientos llegados a un PTAR, evitando la emisión de contaminación volátil de aceites y grasas. En el desarrollo y sostenibilidad ambiental, se sabe que la presencia de los aceites y grasas es perjudicial para los cuerpos de aguas como en las PTAR, los ecosistemas y en la salud de las personas, mediante el tratamiento se obtendrá un agua con una calidad que no tendrá impactos significativos al medio ambiente como: sobreexplotación de recursos hídricos subterráneos, evitar el exceso en uso de fuentes de energía eléctrica, prevenir la eutrofización; además este tratamiento garantizará la neutralización natural por la presencia del óxido de calcio en la roca cálcica. A nivel tecnológico, se emplearán un método viable de duración prolongada, además de no contaminar al agua que se trata por factores orgánicos, aplicativo en el ámbito industrial y doméstico.

El **objetivo general** de la siguiente investigación es: determinar la influencia del sistema de filtración con papel de roca cálcica en la reducción de aceites y grasas para la reutilización del agua del taller de mantenimiento de motores, y en los **objetivos específicos**: determinar el porcentaje de carbonato de calcio de la roca cálcica para la elaboración del filtro para el tratamiento del agua del taller de mantenimiento de motores, determinar las características fisicoquímicas y biológicas del agua del taller de mantenimiento de motores, antes y después de cada etapa del sistema de filtración con papel de roca cálcica, determinar el mejor tiempo para el tratamiento por el sistema de filtración con papel de roca cálcica para la reutilización del agua con aceites y grasas del taller de mantenimiento de motores.

La **hipótesis general** de la investigación es: el proceso de sistema de filtración con papel de roca cálcica influye en la reducción de aceites y grasas para la reutilización del agua de taller de mantenimiento de motores, y en las **hipótesis específicas** son: el porcentaje del carbonato de calcio influyó en la elaboración del filtro de roca cálcica para la reducción de aceites y grasas, las propiedades fisicoquímicas y biológicas del agua del taller de mantenimiento de motores mejoraron mediante el sistema de filtración con papel de roca cálcica, los mejores tiempos para el tratamiento por el sistema de filtración con papel de roca cálcica

para la reutilización del agua con aceites y grasas del taller de mantenimiento de motores serían de 3, 5 u 8 h.

## II. MARCO TEÓRICO

La **contaminación hídrica** está vinculada con diversas actividades antropogénicas: domésticas, urbanas o industriales. En estas aguas contaminadas habitualmente se encuentran componentes orgánicos como los aceites y grasas, provocando alteraciones en la calidad del recurso hídrico (ONU 2019). Ante esta problemática, existen métodos convencionales como los interceptores de grasa, desarenadores, sedimentadores, floculantes y filtros, desarrollándose cada uno de ellos en sistemas de tratamiento para la reutilización de aguas contaminadas con aceites y grasas (Tavera y Torres, 2015). Asimismo, Veréb et al. (2019) estudiaron la combinación del cloruro de polialuminio, polielectrolito, bentonita y un surfactante catiónico, a través de la coagulación, adsorción y sedimentación para la purificación de aguas con hidrocarburos de lavaderos de autos.

El **proceso de filtración** es esencial para el tratamiento de aguas contaminadas con aceites y grasas, se encarga de la separación de sólidos suspendidos en un medio acuoso permitiendo el flujo del agua a través de diversos filtros existentes. Para ello, se emplea el uso de un medio permeable que dispone de distintos tamaños de abertura en los filtros, conformado por material granular (arena, antracita, grava, etc.). Por otro lado, las fibras de policarbonato se utilizan para la formación de aglomeraciones de material sólido permitiendo el alojamiento de microorganismos, puesto que ellos poseen la capacidad de degradar compuestos orgánicos durante este proceso (Marín et al., 2019).

Garavito et al. (2019) utilizaron un filtro de macrófitas (*Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*) en flotación para el tratamiento de aguas residuales en un lavadero de autos, desarrollaron el filtro realizando un monitoreo durante un mes; bajo la filtración, absorción y adsorción. Los resultados obtenidos de *Lemna minor* removió un 97% de DBO<sub>5</sub> y 83.67% de DQO mientras que, la *Eichhornia crassipes* removió 91.11% DBO<sub>5</sub> y en la DQO 97.32%. Asimismo, Merizalde et al. (2019) trataron aguas contaminadas con aceites y grasas con un sedimentador, reactor biológico rotativo de contacto (RBC) y un filtro de grava y arena, con 150 discos de polietileno con un sedimentador de 30m<sup>3</sup>, los parámetros que se consideraron fueron la DQO, DBO, SS y SST. En 14 días se observó la formación de una biopelícula de

microorganismos que son los encargados de la depuración de estos contaminantes orgánicos.

Rehman et al. (2019) evaluaron el potencial de los humedales de tratamientos flotantes, para la remediación de aguas con aceites y grasas de canteras de petróleo. Para ello, aplicaron dos especies de plantas la *Leptochloa fusca* (E<sub>1</sub>) y *Typha domingensis* (E<sub>2</sub>). En los resultados, E<sub>2</sub> obtuvo una mayor eficiencia junto con la inoculación bacteriana, demostraron mejores reducciones en DQO con 90%, hidrocarburos con 95% y DBO con 93% en comparación con la otra especie.

Alkindy et al. (2019) aplicaron la membrana de polietersulfona de matriz mixta de óxido de grafeno y óxido de sílice (PES/OG-SiO<sub>2</sub> MMM) en las aguas contaminadas con aceites y grasas. Los resultados indicaron que la membrana PES/GO-SiO<sub>2</sub> tuvo una eficiencia del 38% en eliminación de aceites, a comparación de la membrana PES/OG que solo logró un 18%. Por otro lado, Salehi et al. (2019) aplicaron dos especies de microalgas (*Chlorella vulgaris* y *Dunaliella tertiolecta*) para la purificación de aguas aceitosas, utilizaron el óxido de zinc (agente) y las nanopartículas (fotocatalizador). La eficiencia de remoción de las primeras concentraciones de aceite con 0.05%, 0,1% y 0,5% en volumen total fueron 100%, 78% y 42% en el alga *Dunaliella tertiolecta*/ZnO y 100%, 93% y 88% con la especie *Chlorella vulgaris*/ZnO.

En el proceso de filtración se debe identificar el transcurso que realiza el agua, sea mediante un lecho o capa porosa, que puede ser impulsado por gravedad (verticalmente) y/o presión (horizontalmente), dejando estos sólidos estancados en los orificios del agente filtrador. Es preciso destacar que el diámetro en sus poros es la característica principal para determinar la cantidad de partículas que permanecerán retenidas y obtener la eficiencia en los análisis de dichos efluentes (Tomás y Wilmaris, 2019).

Vargas (2019) elaboró filtros de densidad heterogénea con concentraciones aleatorias de piedra pómez para la retención de los sólidos suspendidos totales(mg/L) en aguas con aceites y grasas. Instaló 5 tanques de 35 L, conectados a 5 pozas de filtros de piedra pómez mediante tubos, con cantidades diferentes. La

eficiencia de este filtro la observaron en la reducción de sólidos suspendidos totales en 47,4%, DBO 73% y DQO 65% con una concentración de 5.0kg/cm<sup>3</sup>.

Manilal et al. (2017) emplearon el método de electrocoagulación para la reducción de aceites y grasas en las aguas de un garaje de automóviles. Los resultados describieron que el material ánodo (aluminio y hierro) es más eficiente con un 90.8% a comparación del material cátodo (acero inoxidable) en aguas contaminadas con aceites y grasas, donde su densidad mostrada fue de 0.6 A/dm<sup>2</sup> en solo 15 minutos.

Por otro lado, Castellanos et al. (2015) refieren que, el uso del papel de roca cálcica beneficia en gran medida el proceso de filtración por su concentración de **carbonato de calcio** (CaCO<sub>3</sub>) (~ 80%) y polímeros. Para la composición del papel de roca cálcica, la mayor concentración el CaCO<sub>3</sub> es encontrado en conchas marinas, este llega a desarrollarse como filtro y toma una estructura física que presenta porosidad. La resistencia e impermeabilidad que posee destaca como característica principal, permitiendo la reutilización en papel de roca cálcica, logrando una adherencia de los contaminantes interactivos (Eturki et al., 2011)

La **porosidad** es la fracción del volumen de una muestra que es ocupada por un espacio vacío; los poros deben estar interconectados y no aislados, debido que son los conductos para el transporte del agua y determinar la capacidad de almacenamiento de fluidos (Goldmann, 2018).

Huang et al. (2019) estudiaron los filtros de papel con modificaciones físicas y químicas, adicionando nanocristales de células envueltas de enlaces de hidrógeno para la estructura física y para la composición química intervinieron con una reticulación de agrupaciones de hidroxilos con epiclorhidrina para tratar las aguas oleosas. La eficiencia de los nanocristales fue de un 85% durante 25 ciclos.

Mozhgan et al. (2020) estudiaron la eficiencia del imidazolato zeolítico (ZIF-8) y nanocompuestos (fibra de carbono) para la separación de aceites y grasas en aguas residuales industriales, caracterizaron el ZIF-8 por XRD, EDX, SEM además utilizaron el análisis termo gravimétrico para las fibras de carbono. En los resultados



el ZIF-8 demostró su capacidad de absorción de 15 a 24 g/g del mismo modo su eficiencia en su reutilización (hasta 20 ciclos).

Los **aceites y grasas** son compuestos orgánicos formados fundamentalmente por ácidos grasos de procedencia vegetal, animal y en los hidrocarburos del petróleo. Las características de los aceites y grasas son: presentan baja densidad, insolubilidad en el agua y escasa biodegradabilidad, por lo que es muy importante su control ya que forman natas en la capa superficial de agua. Es importante eliminarlas al inicio del tratamiento para facilitar su manejo ante los procesos de filtración (Toapanta, 2016).

Lim y Huang (2014) adaptaron un sistema de lecho profundo con la *Ceiba pentandra* como medio filtrante en aguas contaminadas por aceites y grasas. Para la ejecución utilizaron la *Ceiba pentandra* adicionando solventes (etanol y cloroformo) y en su estado natural. En los resultados examinaron en su estado natural la *Ceiba pentandra*, tuvo una eficiencia del 90%, mientras que la *Ceiba pentandra* con solventes benefició en la regeneración de fibras.

Moatmed et al. (2019) realizaron técnicas de separación de aceites y agua, con membranas donde introdujeron las nanofibras de poliestireno híbridas independientes. Las nanopartículas de magnetita fueron encajadas con las nanofibras de poliestireno, ejecutando el proceso de electrospinning para la producción de una membrana superhidrofóbica u oleofilicas, sometidos a 50 ciclos consecutivos. Su eficiencia fue de 99,8% y su reutilización de 98,5%. Por otro lado, Tursi et al. (2019) estudiaron la eficiencia de la *Cytisus scoparius* para la supresión de aceites y grasas en aguas residuales, utilizaron fibras de celulosa de la especie bajo la modificación del plasma, empleando procesos termodinámicos, cinéticos y de adsorción, considerando el peso total inicial de los hidrocarburos y adsorbentes. Los resultados mostraron una eficiencia de 80% a 90% de reducción.

**Oxígeno disuelto** (OD) es un parámetro que se encarga de medir la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto (O<sub>2</sub>) en el agua. El oxígeno entra en el medio acuoso a través del aire que se encuentra en el contexto de la mezcla, por un proceso denominado aeración. Asimismo, es importante resaltar que se debe medir y analizar este parámetro de manera inmediata, por lo que es recomendable hacerlo

en la fase de campo (Pérez, 2017). Según Akratos et al. (2020) el oxígeno disuelto fue el indicador considerado para identificar el grado de carga orgánica en este depósito de aguas residuales de una cava de vino, aplicaron un sistema híbrido conformado por un filtro percolador biológico y un humedal montado con flujo superficial horizontal de zeolitas. En los resultados obtuvieron un 94,2% de eficiencia.

La **demanda química de oxígeno (DQO)** es la cantidad de oxígeno que se requiere para la degradación de la materia orgánica e inorgánica en un cuerpo de agua Ibarra et al. (2017). Fahid et al. (2020) en su investigación para la remediación de agua contaminada con Diesel, aplicaron el tratamiento de humedales flotantes (THF) injertando 3 cepas de bacterias (*Acinetobacter*, *Bacillus megaterium* y *Acinetobacter iwoffii*), con capacidades de eliminar los hidrocarburos. En los resultados arrojados se observó en la DQO una reducción de un 98,6 % de materia orgánica, favoreciendo al crecimiento de *Phragmites australis*.

Así también, otro de los parámetros que interactúan directamente con la carga orgánica es la **demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**, este parámetro ayuda a determinar el material orgánico biodegradable, obteniendo el volumen de oxígeno requerido para degradar la materia orgánica mediante la acción bioquímica aerobia. Por lo que, la demanda de oxígeno es el efecto de 3 materiales distintos: materiales orgánicos carbónicos, nitrógeno oxidable y compuestos químicos reductores (Lecca y Lizama, 2014)

Córdova et al. (2019) evaluaron la adaptación del inóculo proveniente del estiércol vacuno considerando una modificación en su temperatura. En este procedimiento usaron cuatro reactores de flujo ascendente: dos termofílicos y dos mesofílicos, tomaron 49 días para la adaptación ideal del inóculo, e iniciar el tratamiento de digestión anaerobia de la materia orgánica suspendida proveniente de una industria de café, caracterizándose por tener un exceso de carga contaminante en condiciones de DQO. El tratamiento obtuvo un 50% de captación de materia orgánica.

Los **sólidos totales (ST)** son residuos luego del proceso de evaporación y el secado en estufa a una determinada temperatura, están conformados por materia

orgánica y las sales inorgánicas (cloruros, carbonatos, calcio, nitratos de sodio, sulfatos, etc.), también son la suma de los sólidos suspendidos totales que son los residuos que quedan retenidos en un filtro más los sólidos disueltos que son los que si pasan por el filtro (Giraldo, 2015).

Los **sólidos suspendidos totales (SST)** son aquellos residuos que al realizar el análisis de una muestra quedan retenidos en el filtro que se está usando. Son partículas gruesas flotables o también se pueden encontrar en materiales no homogéneos aglomerados sumergibles (Giraldo, 2015). En la investigación de Nascimbén et al. (2020) hacen mención a los siguientes tipos de sólidos, tales como: inorgánicos en suspensión, coloides orgánicos e inorgánicos solubles incrustados, además de microorganismos hallados en aguas oleosas. Debido a ello, estudiaron la actividad y limitaciones en los filtros de membranas como el ensuciamiento y reducción de flujo, estas fueron sometidas a una fotocatalisis, centrifugación, coagulación, floculación y flotación; con modificaciones adicionando nanomateriales hidrófilos y nanocompuestos.

Entre las diversas técnicas, planteadas por distintos investigadores, para la reutilización de las aguas con contaminantes orgánicos precisan la importancia de estos parámetros: el **potencial de hidrógeno (pH)**, es una cuantificación de la cantidad relativa de iones de hidróxido e hidrógeno presentes en un cuerpo acuoso. Mientras el agua tenga una mayor concentración de iones de hidrógeno esta va a tener una tendencia a ser ácida; sin embargo, cuando el agua presenta una mayor concentración de hidróxido va a ser alcalina o básica. El intervalo de medición de pH se da entre 0 a 14, cuando la medición es 7 será neutro, si es menor a 7 es ácida, y si es mayor indica que el agua va ser alcalina (Jayora, 2016)

La **conductividad eléctrica**, es un parámetro que mide la capacidad del agua para transmitir corriente eléctrica, se conoce también que los compuestos inorgánicos toman roles de conductores, caso contrario con las partículas orgánicas que conducen en un grado mínimo (IDEAM, 2016). La medición de energía química de oxidación-reducción se da través de un electrodo, el encargado de ello es el **potencial redox**, este tiende a ser positivo cuando se genera la oxidación y negativo cuando se genera la reducción (Acoua Tecnología, 2020)

La **temperatura** es otro de los parámetros que indica la interacción del desplazamiento del calor y el contacto con otros cuerpos que suelen ser de temperaturas diferentes, su actividad es fundamental en las aguas residuales y cuerpos receptores de agua debido a los efectos que presenta en la solubilidad del oxígeno, las velocidades del metabolismo, difusión y reacciones químicas (Inzunza, 2016). Además, las altas temperaturas traen consigo el incremento de putrefacción, favoreciendo el aumento del DBO y disminución del oxígeno disuelto (Terán et al., 2020)

El **análisis granulométrico** es indispensable en el proceso de filtración a fin de que se obtenga un porcentaje retenido en cada tamiz, el componente granulado pasa a través de diferentes tipos de tamices o mallas (Escalante, 2018)

El **tiempo de retención** es el periodo de permanencia de un volumen de agua residual, ubicadas en depósitos de tratamientos e instalaciones. Evidentemente, se acciona en diferentes lapsos de tiempo con el caudal, volumen y velocidad; por ejemplo: el tiempo prolongado, permite el desarrollo de procesos químicos y biológicos, ocasionando tanto resultados favorables como indeseables; en un tiempo corto, asumen el desarrollo de procesos biológicos y químicos, pero no llegan a culminar por falta de tiempo (Estrada, 2018). La interacción de este parámetro durante el proceso de filtración es controversial dado que, este complementará la eficiencia del tratamiento según el tamaño fijo de poros.

La **eficiencia** es un indicador que proporciona información sobre el cumplimiento de los objetivos en una investigación, asimismo es la capacidad de usar y elegir los medios más efectivos con un mínimo desperdicio, para poder concretar un objetivo o propósito mediante la función que se utilice. De manera más específica, es la relación existente entre la optimización del tiempo invertido, trabajo desarrollado e inversión realizada en un proyecto con respecto a los resultados obtenidos. Por ello en los tratamientos de aguas residuales industriales la eficiencia se refleja en la remoción de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en la muestra, poniendo a prueba y comparación del sistema de tratamiento aplicado a uno convencional (Mejía y Perez, 2016).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación tuvo un **enfoque** cuantitativo ya que comprende un análisis y recolección de datos estadísticos, para comprobar teorías e hipótesis (Dzul, s.f.).

El **tipo de investigación** fue aplicada, dado que se identificó la problemática y se aplicaron conocimientos científicos de investigaciones, considerando las experiencias durante el proceso de reducción de aceites y grasas de agua contaminada en el taller de mantenimiento de motores (CONCYTEC, 2018).

El **diseño** fue experimentalmente puro ya que a través de ello se llegó a la causa de la problemática, sometiendo los objetivos de la investigación a la influencia de las variables consideradas conocidas por el investigador (Tamayo, 2015).

El **nivel** de la investigación fue explicativa, ya que se consideró dos variables: independiente (causa) y dependiente (efecto), para determinar la relación del fundamento en la investigación (Tamayo, 2015).

#### 3.2. Variables y operacionalización

La investigación es bivariable, **variable independiente:** Sistema de filtración con papel de roca cálcica, y la **variable dependiente:** Reutilización de agua contaminada con aceites y grasas. La matriz de operacionalización de dichas variables se visualiza en el

## ANEXOS

### Anexo 1.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

La **población** del proyecto de investigación son las aguas contaminadas con aceites y grasas del taller de mantenimiento de motores.

La **muestra** está conformada por 52L. de agua contaminada con aceites y grasas del taller de mantenimiento de motores.

El **muestreo** se llevó a cabo mediante la extracción de una muestra e identificación de la población representada en el estudio, y seleccionadas por procedimientos probabilísticos.

La **unidad** de análisis se representó con 5 litros de muestra que se tomaron para ser evaluadas en los procesos del tratamiento.

#### 3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

##### 3.4.1. Técnica

Como técnica de recolección de datos se consideró la observación, ya que permitió la interacción del investigador con el fenómeno de contaminación, de esta manera se facilitaron los datos y el comportamiento de este en el ambiente; para la toma de decisiones que se aplicaron en el tratamiento de agua residual industrial (Tamayo, 2015).

##### 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los instrumentos que se visualiza en la **Tabla 1**.

**Tabla 1. Instrumentos de recolección de datos para la investigación**

N°	Instrumentos
1	Ficha de ubicación de la problemática
2	Ficha de muestreo
3	Elaboración del filtro de papel de roca cálcica

4	Operatividad del filtro y tiempo de filtración (sistema)
5	Análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua contaminada con aceites y grasas

### 3.4.3. Validez y confiabilidad

En la **Tabla 2**, se presenta a los tres expertos analistas y especialistas en la problemática propuesta del proyecto de investigación corroborando la validez y confiabilidad de los instrumentos. Las fichas están adjuntadas desde el **Anexo 2** al **Anexo 8**.

**Tabla 2. Jueces expertos**

N°	Experto	Especialidad
1	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales	Ingeniería Química y Ambiental
2	Dr. Juan Julio, Ordoñez Gálvez	Recursos Hídricos y Cambio Climático
3	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	Tecnología Mineral y Ambiental

En la **Tabla 3**, se visualiza el porcentaje de validación de los cuatro instrumentos por cada experto (véase desde **Anexo 7** al **Anexo 11**).

**Tabla 3. Porcentaje de validación de los instrumentos por cada experto**

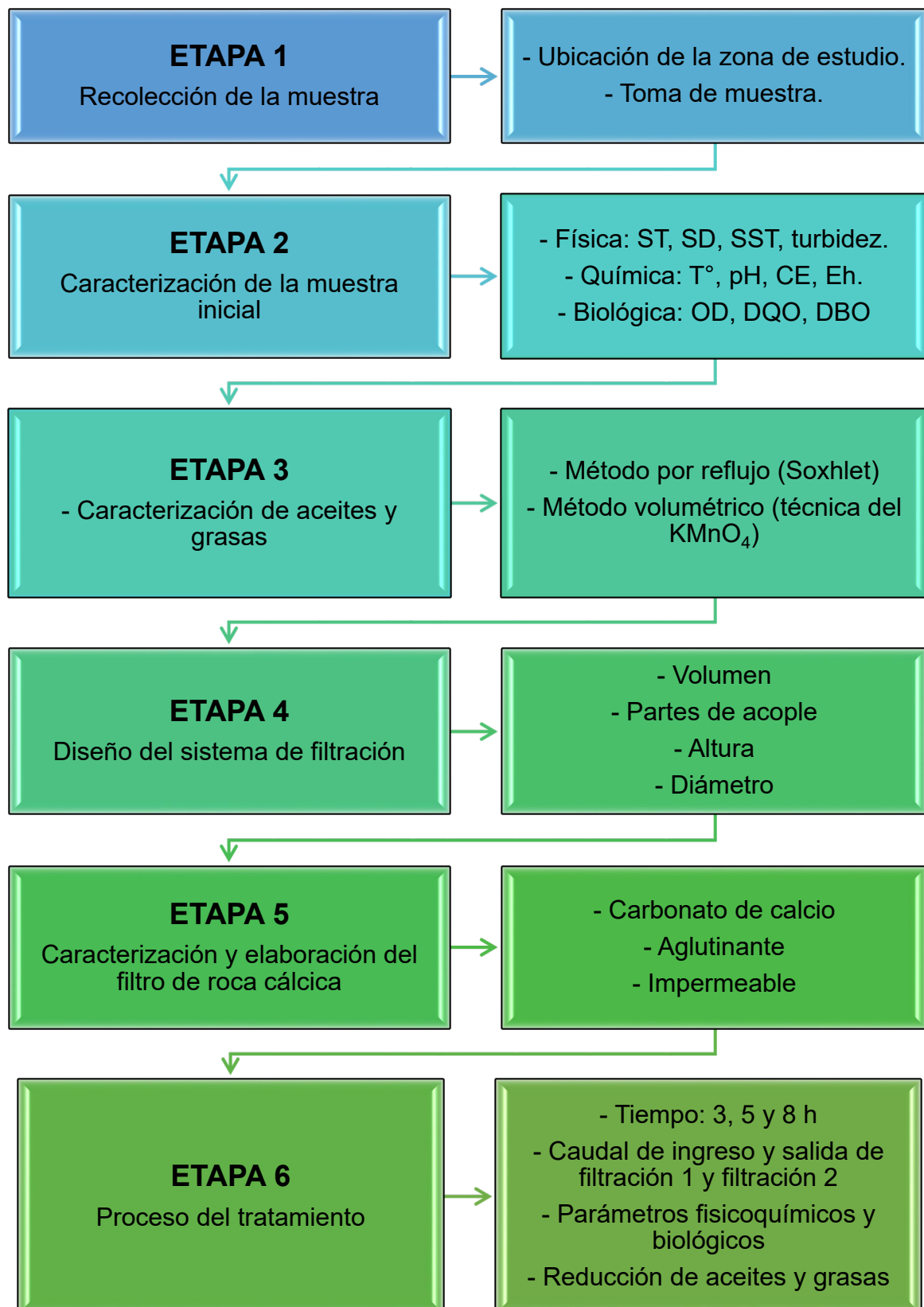
N°	Instrumento	Expertos		
		Dr. Benites	Dr. Ordoñez	Dr. Castañeda
1	Datos de campo y recolección de la muestra	95%	90%	90%
2	Identificación de la muestra	95%	90%	90%
3	Elaboración del filtro de papel de roca cálcica	95%	90%	90%
4	Operatividad del filtro y tiempo de filtración (sistema)	95%	90%	90%

5	Análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua contaminada con aceites y grasas	95%	90%	90%
---	--	-----	-----	-----

### 3.5. Procedimiento

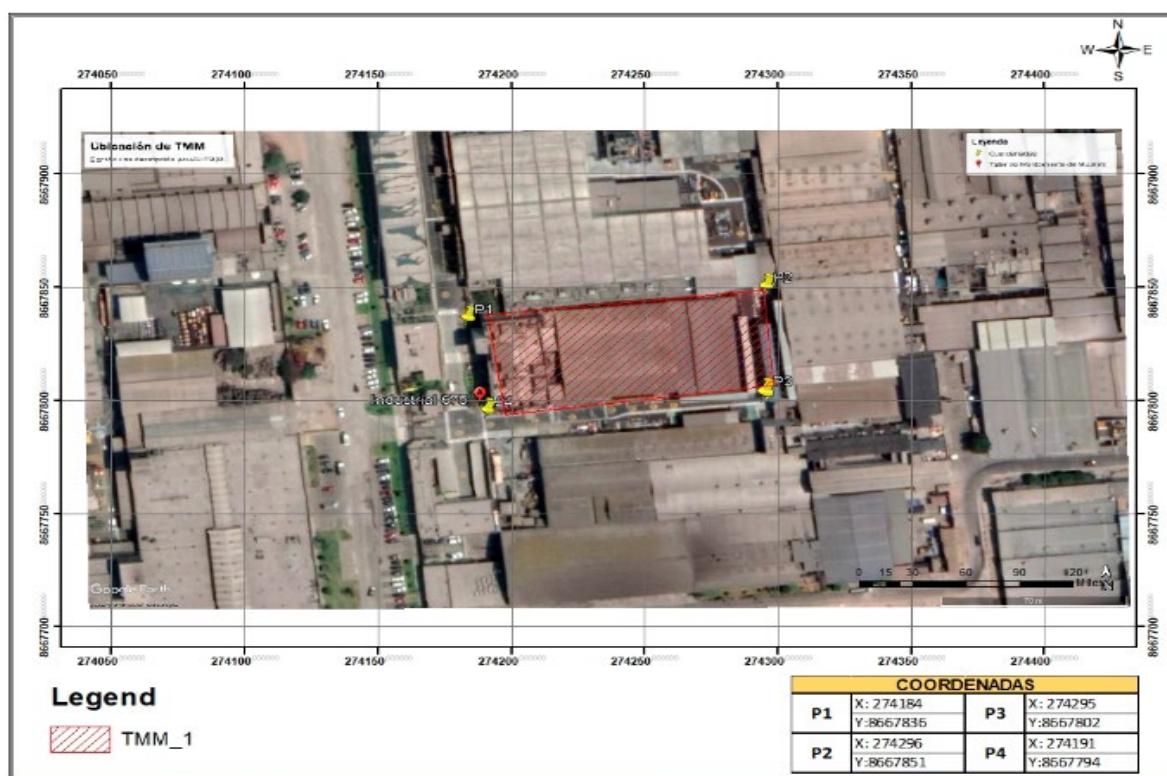
El desarrollo del tratamiento del proyecto de investigación consta de seis etapas. En la **Figura 1**, se visualiza un diagrama de flujo con el desarrollo de cada etapa que conforma el tratamiento.





**Figura 1. Diagrama del procedimiento del proyecto de investigación**

## ETAPA 1: Recolección de la muestra



**Figura 2. Ubicación del taller de mantenimiento de motores**

**Fuente: Google Earth**

- 1.1. Ubicación de la zona de estudio: La muestra fue tomada del taller de mantenimiento de motores de una empresa privada, ubicada en la Av. Industrial en el distrito del Cercado de Lima (véase en la **Figura 2**). En la **Tabla 4**, se detalla los materiales y equipo de protección personal utilizados.

**Tabla 4. Materiales y EPP**

Materiales utilizados	Equipo de protección personal
Baldes de 10 litros para el llenado	Casco con barbiquejo de protección
Baldes de 40 litros para el transporte de la muestra	Lentes de protección, guantes y mascarilla
Marcadores indelebles	Botas altas (jebe)

Etiquetas para la muestra	Chalecos azules y pantalón
---------------------------	----------------------------

1.2. Toma de la muestra: La muestra fue tomada de acuerdo al protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales, tal como lo indica la Resolución Jefatural N° 010-2016 (ANA, 2016).

## ETAPA 2: Caracterización de la muestra inicial

La importancia de las caracterizaciones iniciales de la muestra estuvo basado en conocer los parámetros de la calidad del agua residual industrial que afecta el medio ambiente, por ello se pudo encontrar un trabajo óptimo para el tratamiento.

### 2.1. Potencial de hidrógeno (pH) : Método Potenciométrico

Se realizó con un volumen de muestra de 100 ml, sus electrodos fueron calibrados inicialmente con buffer HANNA internacional de pH 4, 7 y 10, posterior a ello se llevó a un multiparámetro EZDO 7200 de Scientific Measuring Instruments, asimismo, se midió en la conductividad eléctrica (1031  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y potencial redox en mV. Las mediciones se visualizarán en la **Tabla 16** de resultados.

### 2.2. Parámetros físicos: Método gravimétrico

Sólidos totales (ST): se tomó 100 ml de muestra, la cual fue agitada enérgicamente, posteriormente, se colocó en una plancha de digestión hasta su evaporación total. Luego se colocó en una estufa a 105°C durante 60 minutos, después se dejó enfriar para poder pesarla en una balanza analítica. Para la obtención del peso de sólidos totales se utilizó la **ecuación 1**, los resultados se visualizan en la **Tabla 17**.

$$S. T. (mg / L) = \frac{(W_{T+SS} - W_T) \times 1000}{V_{LITROS}} \quad \dots (1)$$

Sólidos disueltos (SD): El procedimiento es similar a los sólidos totales, la diferencia es que la muestra para el análisis de los sólidos disueltos se debe filtrar con papel filtro N°40 WATMAN. Asimismo, para la obtención del peso de sólidos disueltos se utilizó la **ecuación 2**. Los resultados se observan en la **Tabla 18**.

$$S. D. (mg / L) = \frac{(W_{T+SS} - W_T) \times 1000}{V_{LITROS}} \quad \dots (2)$$

A partir de los datos obtenidos de ST y SD podemos determinar la cantidad de sólidos suspendidos totales presentes en la muestra analizada, como se visualiza en la **Tabla 19** de resultados.

Oxígeno disuelto (OD): (Método Winkler)

Se determinó la cantidad de oxígeno que tenía la muestra inicial, permitiéndonos conocer como los aceites y grasas presentes fueron perjudiciales para la calidad del agua, generando la eutrofización del agua debido a la gran carga orgánica. Asimismo, para la obtención del peso de óxigeno disueltos se utilizó la **ecuación 3**, los resultados se observan en la **Tabla 20**.

$$OD (mgO_2 / L) = \frac{V_{gast. \text{ tiosulfato}} * Normalidad \text{ de tiosulfato} * 8000 * V_{winkler}}{V_{muestr} * (V_{winkler} - 2)} \quad \dots (3)$$

Demanda química de oxígeno (DQO): (Método por reflujó cerrado y volumetría)

Se identificó que el nivel de oxígeno disuelto en el agua del taller de mantenimiento de motores se encontraba en valores bajos, para la determinación de la demanda química de oxígeno se utilizaron los reactivos: dicromato de potasio y ácido sulfúrico, catalizando el proceso de digestión por 2 horas aproximadamente, por último se tituló con sulfato de amonio ferroso en una concentración estandarizada. Asimismo, para obtener el peso de la demanda química de oxígeno se utilizó la **ecuación 4**, los datos se visualizan en la **Tabla 21** de resultados.

$$DQO (mgO_2 / L) = \frac{(Vol._{gast. \text{ blanco}} - Vol._{gast. \text{ muestra}}) \times N \times 8000}{Vol. \text{ m.}} \quad \dots (4)$$

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>): (Método de incubación por 5 días y técnica winkler)

Para la determinación de DBO<sub>5</sub>, se realizó en primer lugar el análisis de DQO, ya que este parámetro se hace por comparación de oxígeno disuelto inicial y final, fue analizado con el método Winkler, se introdujo el frasco Winkler en un recipiente con la muestra para evitar la generación de burbujas en el interior del frasco, se adicionaron los reactivos (MnSO<sub>4</sub>, azida de sodio y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para poder captar el oxígeno y posteriormente titularlo. Después se procedió a la titulación con el Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,028 N) hasta lograr un color incoloro. Se obtuvo volumen gastado en la muestra y de esta manera se determinó el OD en un litro de agua. Para la preparación del agua de dilución se consideró el porcentaje y cantidad de DQO, a ello se agregaron reactivos (FeCl<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, buffer de fosfato). Asimismo, se le adicionó oxígeno mediante una bomba de agua por 45 minutos. Finalmente, se colocó en la incubadora a una temperatura de 20°C por un tiempo estimado de 5 días. Los datos se visualizan desde la **Tabla 22** hasta la **Tabla 24** de resultados. Finalmente, con la **ecuación 6** obtuvimos el DBO<sub>5</sub>.

$$DBO_5 (mgO_2 / L) = \frac{OD_{INICIAL} - OD_{FINAL}}{\% \text{ Dilución}} \quad \dots (5)$$

### **ETAPA 3 : Caracterización de aceites y grasas (Método Soxhlet por reflujo)**

El análisis fue de tipo físico. Inicialmente, se lavó el balón del Soxhlet utilizando agua caliente con detergente para eliminar cualquier tipo de residuo contaminante, se enjuagó repetidas veces, la última enjuagada fue con agua destilada. Seguidamente, se llevó a la estufa a una temperatura de 105 °C durante 1 hora, se colocó en un desecador para que enfríe a temperatura ambiente y ser llevado a la balanza analítica para obtener su peso inicial del balón. Asimismo, la muestra se filtró agregando tierra diatomea, previo a ello, se llevó a un pH <2; luego se sacó el filtro para colocarlo en el cartucho de celulosa para ser llevado a la estufa a secar durante 20 minutos. Se vertió el hexano en el cartucho para que dé inicio al proceso de destilación. Con la **ecuación 6** calculamos el peso de aceites y grasas, los datos se verán en la **Tabla 25** de resultados.

$$\text{Aceites y grasas (mg}_{AyG} / L) = \frac{PBR - PBI}{V_{(L)}} \dots (6)$$

Donde:

- PBR: Peso del balón con residuo de A y G secado a 105°C x 1 hora.
- PBI: Peso del balón inicial secado a 105°C x 1 hora.
- VL: Volumen de la muestra en litros a pH < 2.

Después de observar los resultados obtenidos de la caracterización de aceites y grasas, podemos ver que este se excede de los valores máximos admisibles establecidos por el D.S. N° 010-2019-VIVIENDA como se visualiza en la **Tabla 5**.

**Tabla 5. Valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado – MVCS**

Parámetro	Unidad	Simbología	VMA para descargas al sistema de alcantarillado
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	100

**Fuente: (D.S. N° 010-2019-VIVIENDA)**

#### **ETAPA 4: Diseño del sistema de filtración**

Para la elaboración del sistema de filtración se tomó en cuenta las medidas exteriores, como se observa en la **Tabla 6**, con un volumen de muestra estimado para llevar a cabo el tratamiento. En la **Tabla 7** se verá los materiales que se utilizó para el acople de las estructuras del sistema de filtración (véase imagen en el **Anexo 23**). En la **Figura 3** se observa el modelo del diseño del sistema de filtración.

**Tabla 6. Medidas exteriores de las estructuras de las etapas del sistema de filtración**

<b>Dimensiones</b> (cm - L)	<b>Tanque primario</b>	<b>Filtración 1</b>	<b>Tanque de oxidación</b>	<b>Filtración 2</b>
<b>Altura</b>	30	100	50	100
<b>Ancho</b>	20	-	12	-
<b>Largo</b>	60	-	25	-
<b>Espesor</b>	0.2	0.5	0.2	0.5
<b>Diámetro</b>	-	15.24	-	15.24
<b>Volumen</b>	52	18.23	15	18.23

**Tabla 7. Materiales PVC para el acople de las estructuras del sistema de filtración**

<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Medida</b> (cm)
Tubo reductor de 1" a 1/2"	4	-
Tubo de 1/2"	-	150
Llave de paso de 1/2"	5	-
Pegamento azul	1	-
Teflón	14	-

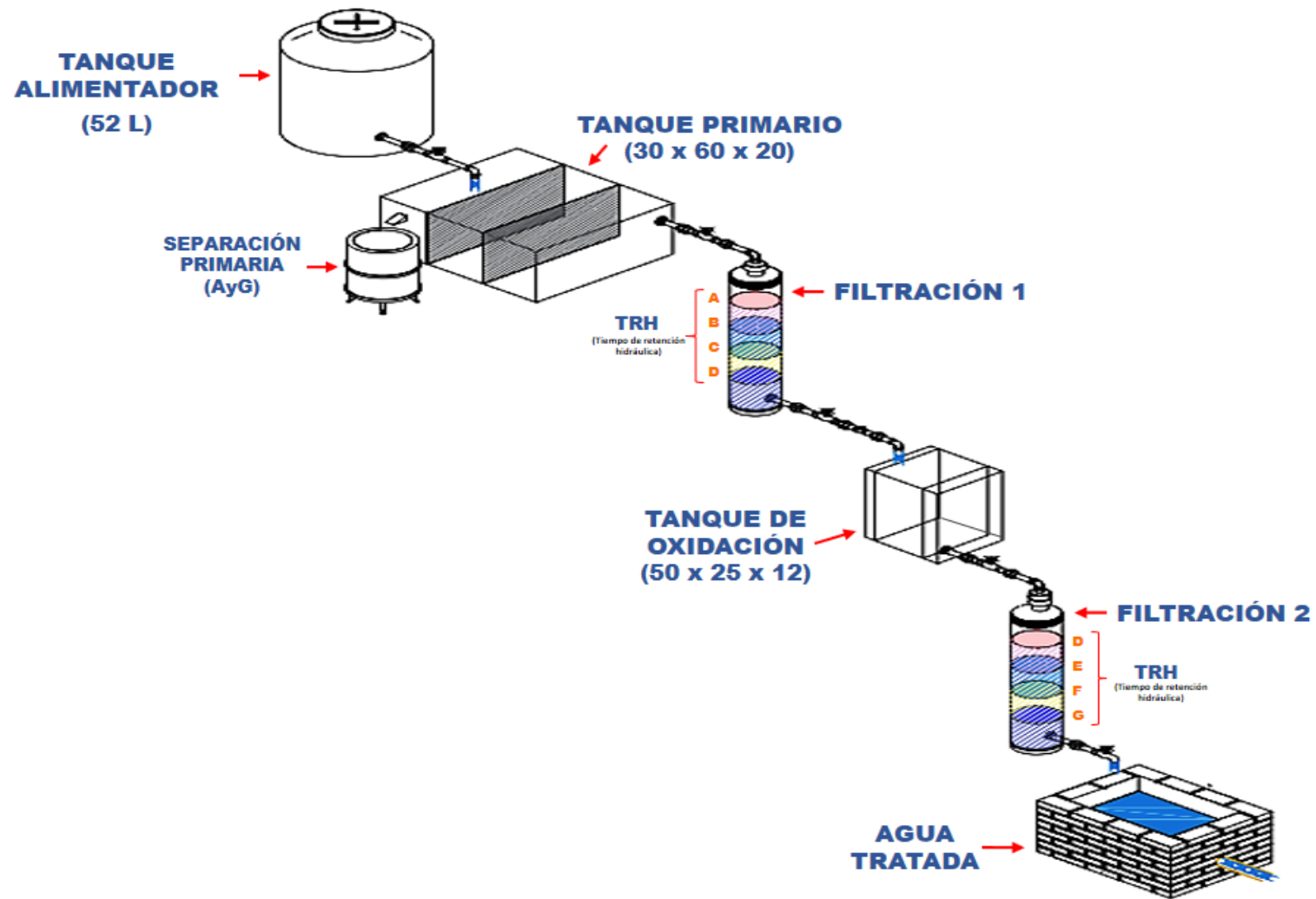


Figura 3. Diseño del sistema de filtración con papel de roca cálcica



Tanque primario: en esta etapa se llevó a cabo la separación de aceites y grasas del agua contaminada del taller de mantenimiento de motores. Posee dos placas intermedias, separando el tanque en 3 partes iguales, además, presentan orificios (centro de las placas divisorias y extremos de las paredes del tanque primario). La primera parte tiene un orificio rectangular para la salida de los aceites y grasas. En los orificios del tanque se acoplaron diversos tubos PVC para el ingreso y salida del agua. Las medidas de la estructura son detalladas en la **Tabla 8**. Asimismo, en la **Tabla 9** se observa los tipos y medidas de tubos que se utilizaron (véase **Anexo 19**).

**Tabla 8. Medidas del interior del tanque primario**

Dimensiones (cm)	Altura	Ancho	Largo	Volumen (L)	Espesor	Diámetro			
						A	B	C	D
<b>Parte 1</b>	30	20	20	12	0.2	2.54	1.9	-	-
<b>Parte 2</b>	30	20	20	12	0.2	-	1.9	1.9	-
<b>Parte 3</b>	30	20	20	12	0.2	-	-	1.9	2.54

**Tabla 9. Materiales PVC para la estructura del tanque primario - Unidades y medidas**

Materiales		Adaptor	Unión	T con rosca	Niple
<b>Parte 1</b>	<b>A</b>	1"	1"	1"	1" (2)
	<b>B</b>	3/4"	-	3/4"	3/4" (3)
	<b>Unid.</b>	2	1	2	5
<b>Parte 2</b>	<b>B</b>	-	-	3/4"	3/4"
	<b>C</b>	3/4"	-	3/4"	3/4"
	<b>Unid.</b>	1	-	2	5
<b>Parte 3</b>	<b>C</b>	-	-	3/4"	3/4" (2)
	<b>D</b>	1"	1"	1"	1" (2)
	<b>Unid.</b>	1	1	2	4

Filtración (1 y 2): cada filtro vertical está dividido en cuatro secciones, en ellas se colocaron los filtros de papel de roca cálcica. Para el armado de ambas estructuras se adquirieron 8 tubos, 8 tapas internas (soporte para los filtros) y 2 tapas para la base. Todos fueron moldeados para que sean desarmables, garantizando el

mantenimiento de los filtros. Las medidas de los materiales se observan en la **Tabla 10** y **Tabla 11** (véase **Anexo 22**).

**Tabla 10. Medidas de las piezas de la estructura de Filtración 1 y Filtración 2**

Dimensiones (cm)		Tubos		Tapas internas (soporte del filtros)	
		Filtración 1	Filtración 2	Filtración 1	Filtración 2
1	Diámetro	15.24	15.24	15.14	15.14
	Espesor	0.5	0.5	0.3	0.3
	Altura	20	20	4.4	4.4
2	Diámetro	15.24	15.24	15.14	15.14
	Espesor	0.5	0.5	0.3	0.3
	Altura	20	20	4.4	4.4
3	Diámetro	15.24	15.24	15.14	15.14
	Espesor	0.5	0.5	0.3	0.3
	Altura	20	20	4	4
4	Diámetro	15.24	15.24	15.14	15.14
	Espesor	0.5	0.5	0.3	0.3
	Altura	20	20	4	4

**Tabla 11. Medidas de las tapas base de las estructuras de filtración 1 y filtración 2**

Tapas base	Dimensiones (cm)		
	Diámetro	Espesor	Altura
Filtración 1	15.3	0.3	4
Filtración 2	15.3	0.3	4

Tanque de oxidación: el objetivo de esta etapa fue garantizar el incremento de oxígeno en el agua. La estructura tiene 3 partes; en la primera parte hay una placa en el lado superior, debajo de esa placa hay un orificio con forma rectangular para el ingreso del agua a la segunda parte. En la segunda parte estratégicamente se diseñó con 5 placas de diferentes tamaños, ubicadas una debajo de otra formando una escalera para la caída del agua, en la parte frontal de estas placas se colocaron tubos para el ingreso a la tercera parte. En la última parte, hay un orificio en el lado inferior donde se posicionaron tubos para la salida del agua al segundo filtro vertical.

Las medidas interiores se observan en la **Tabla 12** y en la **Tabla 13** se observa las medidas de las medidas de las placas internas de la Parte 2 del tanque oxidación (véase **Anexo 22**).

**Tabla 12. Medidas del interior del tanque de oxidación**

Dimensiones (cm)	Parte 1	Parte 2	Parte 3
<b>Altura</b>	50	50	50
<b>Ancho</b>	12	12	12
<b>Largo</b>	5	15	5
<b>Espesor</b>	0.2	0.2	0.2
<b>Diámetro</b>	-	1.9	2.54
<b>Volumen (L)</b>	3	9	3

**Tabla 13. Medidas de las placas internas de la Parte 2 del tanque de oxidación**

Dimensiones (cm)	Parte 2 - Tanque de oxidación (placas ubicadas de manera descendente)				
	Placa 1	Placa 2	Placa 3	Placa 4	Placa 5
<b>Largo</b>	6	6	6	6	6
<b>Ancho</b>	4	6	8	10	12

## **ETAPA 5: Caracterización y elaboración del filtro de roca cálcica**

### 5.1. Carbonato de calcio:

El carbonato de calcio se obtuvo a partir de la roca caliza, fue acondicionada para obtener el porcentaje de carbonato de calcio existente y así proceder con la elaboración del filtro de papel de roca cálcica.

Los pasos del proceso de la elaboración del filtro de papel de roca cálcica fueron de la siguiente manera:

Las rocas pasaron por una chancadora primaria, posteriormente, se llevó a secar a la estufa a una temperatura de 105°C durante 45 minutos, después se llevó a la pulverizadora de disco para ser tamizado en una malla de 60%-200. Luego de dicho proceso, para la determinación del porcentaje de carbonato de calcio se tomó un

peso de 200 mg, se agregó 5 ml de agua destilada para ser llevado en una plancha de digestión, posteriormente se agrega ácido clorhídrico (10ml) y pasado 20 minutos se agregó ácido nítrico (5ml) hasta que la muestra se vuelva incoloro (plomo – incoloro) llegando a la parte final de la digestión, seguidamente, se adicionó el hidróxido de amonio y amoniaco para que de esta manera se pueda extraer el hierro de la muestra, pasando por un proceso de filtración. Al obtener la solución de carbonato de calcio, sin el hierro, se le agrega el sulfato de amonio (10ml), paralelamente el rojo de metilo y el ácido clorhídrico hasta tomar un color púrpura. Se agrega, una vez más, el sulfato de amonio para precipitar el óxido de calcio conservando los residuos en el filtro, se lava con ácido sulfúrico (80°C), y se titula con el permanganato de potasio 0.1N. En la **Tabla 26** se observa los resultados.

$$\% Ca = \frac{\text{Vol. gast. } KMnO_4 \times \text{Titulo } KMnO_4}{W_m \text{ (mg)}} \dots (7)$$

En la **Tabla 14**, se observa los datos de la cantidad de carbonato de calcio y polímero para la elaboración del filtro. Además, se ve las dimensiones de los filtros de papel de roca cálcica.

**Tabla 14. Características de los filtros de papel de roca cálcica**

Características			
Compuestos (gr)		Dimensiones (mm)	
Carbonato de Calcio	Polímero	Espesor	Diámetro
15	8	1.5	152.4

En la **Tabla 15**, se observa las medidas de los ocho filtros que se utilizaron en las etapas de filtración 1 y filtración 2 para el tratamiento.

**Tabla 15. Aberturas y peso filtros de papel de roca cálcica**

Filtración	A	B	C	D
1	3.0	2.5	1.5	1.0
2	0.9	0.8	0.6	0.5

## **ETAPA 6: Proceso del tratamiento**

Para el procesamiento del sistema de filtración con papel de roca cálcica se consideraron 3 tiempos (3, 5 y 8 h), se observó el comportamiento de los parámetros seleccionados para la evaluación de la muestra de agua, y de esta manera pueda ser calificada para la reutilización en el taller de mantenimiento de motores. Asimismo, se midió el caudal de ingreso y salida en cada filtro para tener en cuenta los ajustes de las llaves de paso y tanques adaptados al sistema, y de esta manera permitir una mejor aireación en el tratamiento del agua residual. Finalmente, se obtuvieron también los parámetros fisicoquímicos y biológicos estimando la reducción de aceites y grasas en el agua de muestra.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos que se utilizó es un modelo estadístico descriptivo, para corroborar la eliminación o aceptación de las hipótesis planteadas que se desarrolló utilizando los programa como: IBM SPSS para el almacenamiento de datos recogidos durante los procesos de tratamiento; análisis y cálculos visualizados en representaciones gráficas, resultados de la parte experimental elaborados en Microsoft Excel 2016.

### **3.7. Aspectos éticos**

El informe de investigación respeta la ética ambiental, que se ocupa de los deberes mutuos de los seres humanos, citando a los autores y la ética en investigación de la universidad, RCU N° 0126-2017/UCV. Además, se ajusta a la Resolución Rectoral N° 0089-2019/UCV, Reglamento de investigación de la Universidad César Vallejo y mediante Disposición N° 7.4 de la Resolución del Vicerrectorado de Investigación N° 008-2017-VI/UCV.

## V. RESULTADOS

Desde la **Tabla 16** hasta la **Tabla 19** se detallan los resultados de los análisis realizados en los parámetros fisicoquímicos seleccionados para observar la calidad del agua inicial.

**Tabla 16. Datos de los parámetros fisicoquímicos**

Código	Temperatura (°C)	pH (1-14)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mV)	Turbidez (NTU)
CI-ATMM	20	7.71	2200	40	913

**\*CI-ATMM:** Concentración inicial del agua del taller de mantenimiento de motores.

**Tabla 17. Datos de los sólidos totales de la muestra**

Código	Peso del vaso seco (gr)	Peso del vaso + muestra seca (gr)	Vol. de la muestra (ml)	ST (mg/L)
CI-ATMM	109.789	114.560	100	4771

**Tabla 18. Datos de los sólidos disueltos de la muestra**

Código	Peso del vaso seco (gr)	Peso del vaso + muestra seca (gr)	Vol. de la muestra (ml)	SD (mg/L)
CI-ATMM	138.140	142.311	100	4171

**Tabla 19. Datos de los sólidos suspendidos totales de la muestra**

Código	Peso de luna de reloj (gr)	Peso de luna de reloj + muestra seca (gr)	Volumen de la muestra (ml)	SST (mg/L)
CI-ATMM	4771	4171	100	600

A partir de la **Tabla 16** a la **Tabla 19** se observaron anomalías en las concentraciones iniciales de los parámetros fisicoquímicos, alterando la calidad del agua. Asimismo, es preciso señalar que la cantidad de SST sobrepasa los VMA (500mg/L), siendo sólo este parámetro considerado en el Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA.

Desde la **Tabla 20** hasta la **Tabla 24** se detallan los resultados obtenidos del análisis realizado para los parámetros biológicos, observando el nivel de OD, DQO y DBO (resultados del OD inicial y final en las **Tabla 22** y **Tabla 23**) respectivamente, siendo este, un parámetro importante para mejorar los niveles de calidad del agua.

**Tabla 20. Datos del oxígeno disuelto de la muestra**

Código	Vol. gast. en la muestra (ml)	Vol. de la muestra (ml)	Normalidad del tiosulfato	Vol. frasco Winkler (ml)	OD (mgO <sub>2</sub> /L)
CI-ATMM	1.3	100	0.02875	300	1.00

**Tabla 21. Datos de la demanda química de oxígeno**

Código	Vol. gast. en la muestra (ml)	Vol. gast. del blanco (ml)	Normalidad del sulfato ferroso	Vol. de la muestra (ml)	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)
CI-ATMM	1.95	3.2	0.22936	0.5/3	4587.2

**Tabla 22. Datos del oxígeno disuelto inicial - DBO<sub>5</sub>**

Código	Vol. gast. en la muestra (ml)	Vol. de la muestra (ml)	Normalidad del tiosulfato de sodio	Vol. frasco Winkler (ml)	OD (mgO <sub>2</sub> /L)
CI-ATMM	2	100	0.02875	300	4.63

**Tabla 23. Datos del oxígeno disuelto final - DBO<sub>5</sub>**

Código	Vol. gast. en la muestra (ml)	Vol. de la muestra (ml)	Normalidad del tiosulfato de sodio	Vol. frasco Winkler (ml)	OD (mgO <sub>2</sub> /L)
CI-ATMM	0.1	100	0.02875	300	0.23

**Tabla 24. Datos de la demanda bioquímica de oxígeno – DBO<sub>5</sub>**

Código	Oxígeno disuelto inicial (mgO <sub>2</sub> /L)	Oxígeno disuelto final (mgO <sub>2</sub> /L)	Dilución (%)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)
CI-ATMM	4.63	4.4	15	1.53

Para esta investigación se consideraron los parámetros biológicos (OD, DQO y DBO<sub>5</sub>) ya que proporcionarían con precisión el grado de contaminación que

contenía el agua proveniente del taller. Se observó que la concentración de oxígeno era escasa impidiendo que esta agua sea reutilizada.

En la **Tabla 25** se detallan los datos de la caracterización de aceites y grasas presentes en la muestra, mediante el método por reflujo con el equipo Soxhlet.

**Tabla 25. Datos de la caracterización de aceites y grasas**

Código	Peso del balón inicial (gr)	Peso del balón final (gr)	Volumen de la muestra (ml)	Aceites y Grasas (mg <sub>AyG</sub> /L)
CI-ATMM	187.3374	190.3771	100	30,397.00

A partir de la **Tabla 25**, se observó que la concentración de aceites y grasas sobrepasaban los VMA (100mg/L), donde se infiere que esta agua no puede ser vertida al alcantarillado ni reutilizada en el taller de mantenimiento de motores.

En la **Tabla 26** se observan los datos de la caracterización del CaCO<sub>3</sub>, mediante el método de titulación.

**Tabla 26. Datos de la determinación del carbonato de calcio en porcentaje**

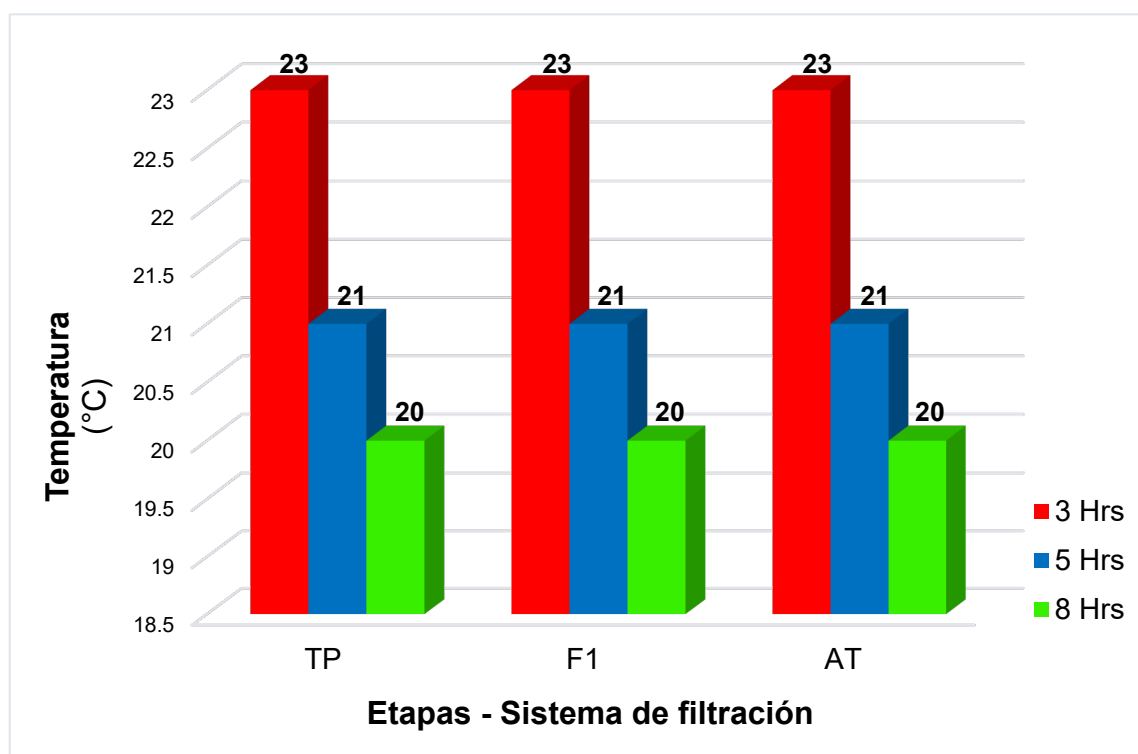
Código	Peso de la muestra (gr)	Volumen gastado de KMnO <sub>4</sub> (ml)	Titulación del KMnO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub> (%)	Ca (%)
CI-ATMM	0.2014	26.3	6.3939	60	83.5

A partir **Tabla 26**, se especifican los datos y el porcentaje de carbonato de calcio utilizado para llevar a cabo los filtros de papel, y ver la diferencia en polímeros a usar. Asimismo, se observó el comportamiento de este compuesto durante el tratamiento.

**Determinación del mejor tiempo para el tratamiento del sistema de filtración vertical con papel de roca cálcica.**



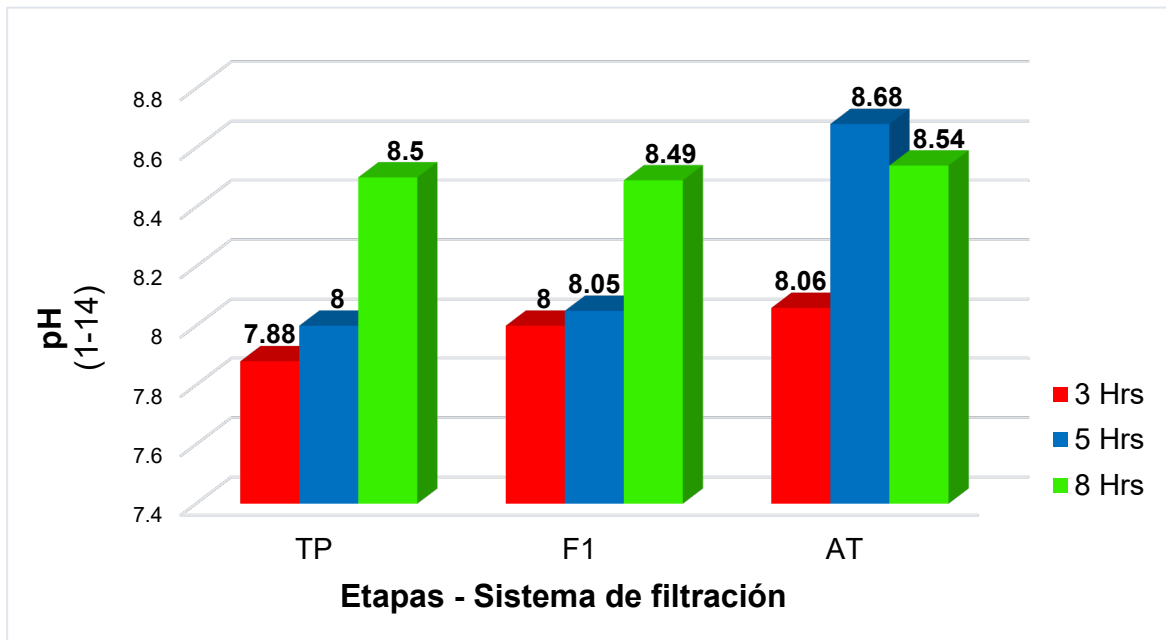
En las siguientes gráficas se observan los resultados de los parámetros fisicoquímicos y biológicos, que fueron obtenidos en cada tiempo una vez iniciado



el sistema de filtración para el tratamiento del agua proveniente del taller.

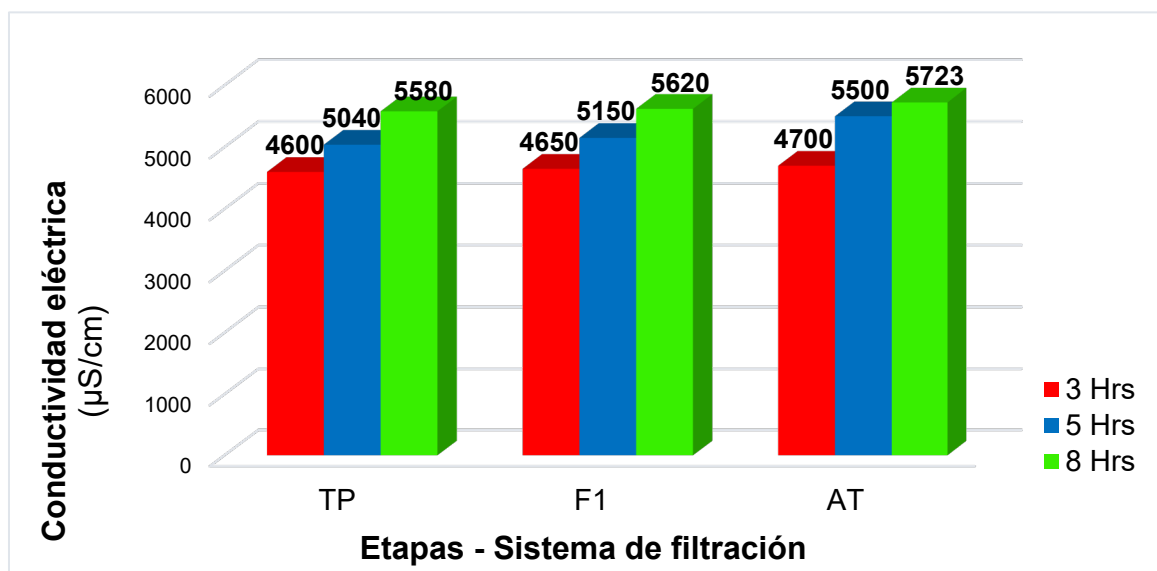
**Figura 4. Efecto de la temperatura**

En la **Figura 4**, se reflejó en la conducta de la temperatura, una variación entre los tiempos establecidos (3, 5 y 8h). La temperatura fue descendiendo (23 a 20°C), generando el aumento de viscosidad en los aceites y grasas, es decir, se volvieron más sólidos contribuyendo en el proceso de separación con el agua en el tanque primario. Se consideró como mejor tiempo el tratamiento de 8h manteniendo una temperatura de 20°C, siendo favorecedor para el comportamiento de los otros parámetros analizados y la reutilización del agua en el taller de mantenimiento de motores.



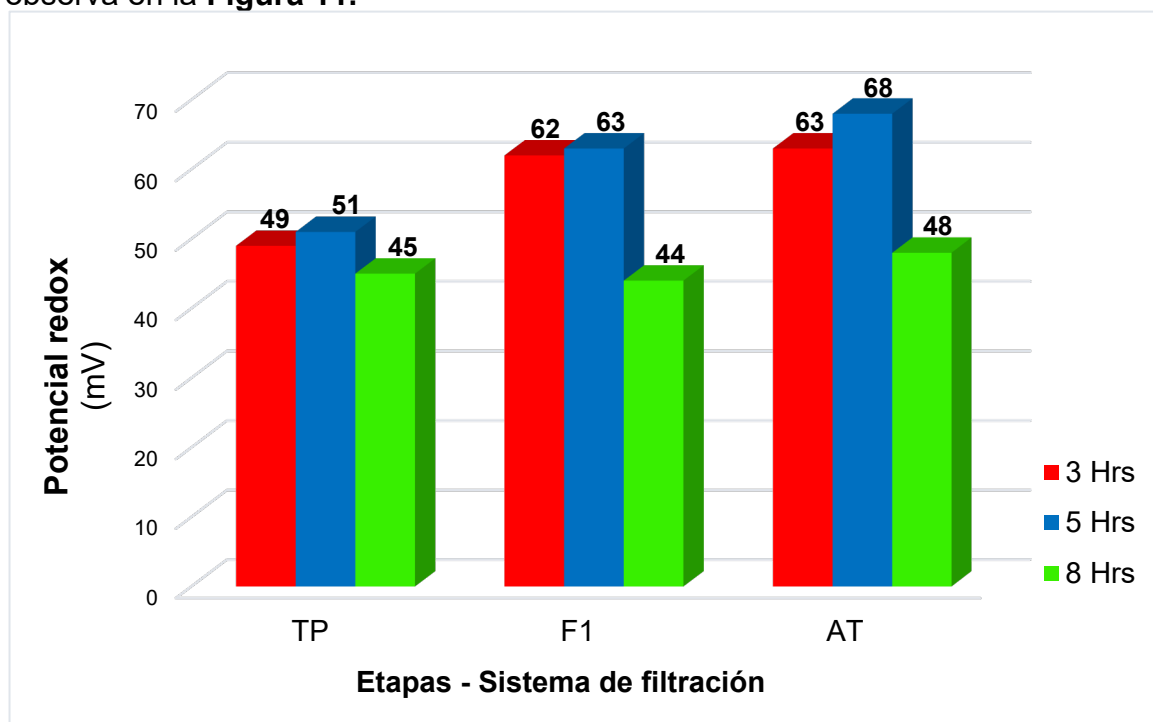
**Figura 5. Efecto del potencial de hidrógeno**

En la **Figura 5**, el comportamiento del pH fue aumentando (7.88 – 8.68) en cada tratamiento, a pesar de una variabilidad en el agua tratada. Dado que este inició con un pH de 7.71 (**Tabla 16**), en efecto los tiempos establecidos contribuyeron a la obtención de agua más alcalina para ser tratada en las etapas existentes del sistema de filtración. Por otro lado, el mejor tiempo fue de 5h presentando un pH de 8.68, que favoreció en la captación de oxígeno disuelto de la atmósfera.



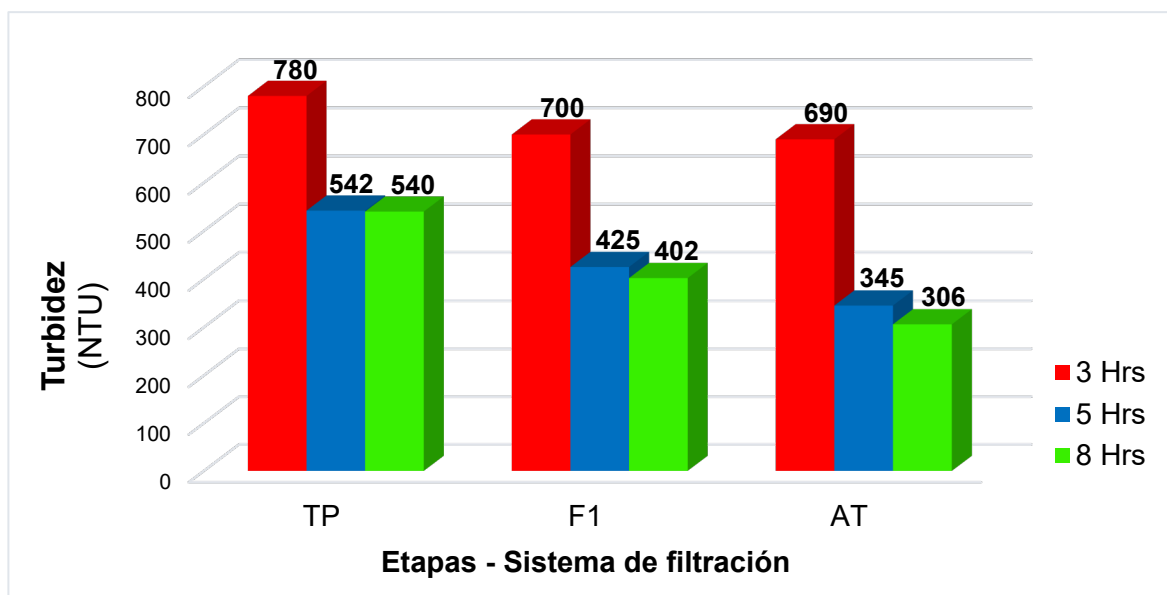
**Figura 6. Efecto de la conductividad eléctrica**

En la **Figura 6**, el comportamiento de la conductividad eléctrica fue ascendiendo (4600 a 5723  $\mu\text{S/cm}$ ), asimismo, se generó una mayor concentración de compuestos disueltos en cada etapa del tratamiento en relación a los tiempos. Este parámetro está estrechamente relacionado con los sólidos suspendidos como se observa en la **Figura 11**.



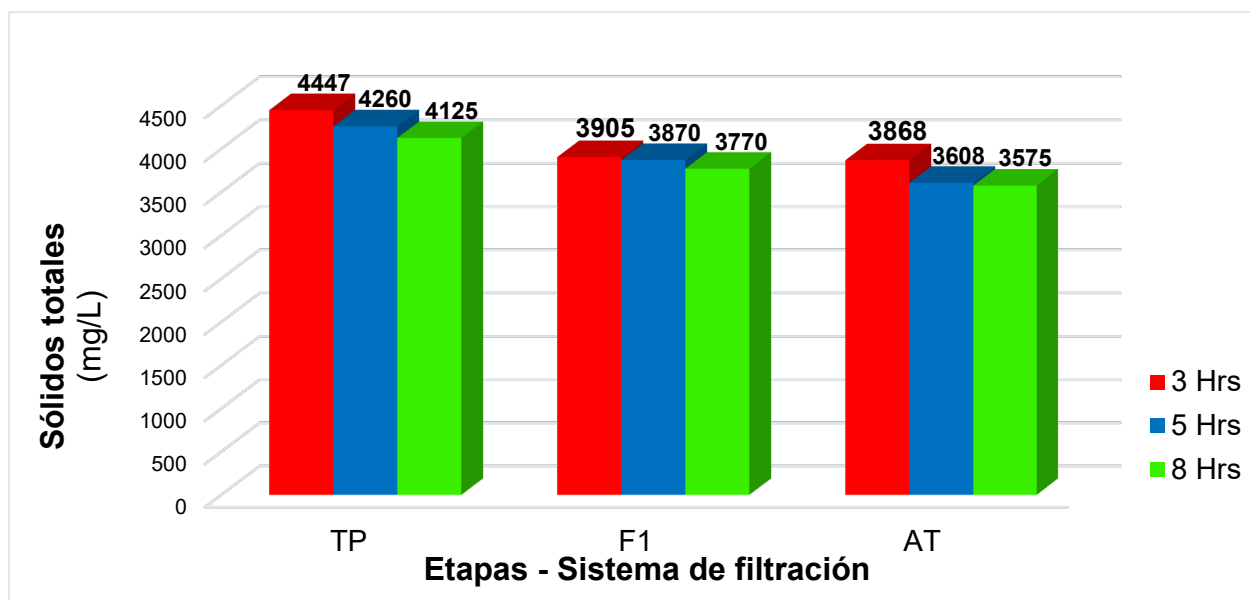
**Figura 7. Efecto del potencial redox**

En la **Figura 7**, el potencial redox presentó una variación en cada etapa de tratamiento en relación a los tiempos, con respecto a la inicial fue de 40 mV (**Tabla 16**), asimismo cabe resaltar que el valor más alto se dio en la etapa de agua tratada al transcurso de 5 horas con un valor de 68 mV, donde se evidenció una mejor oxidación.



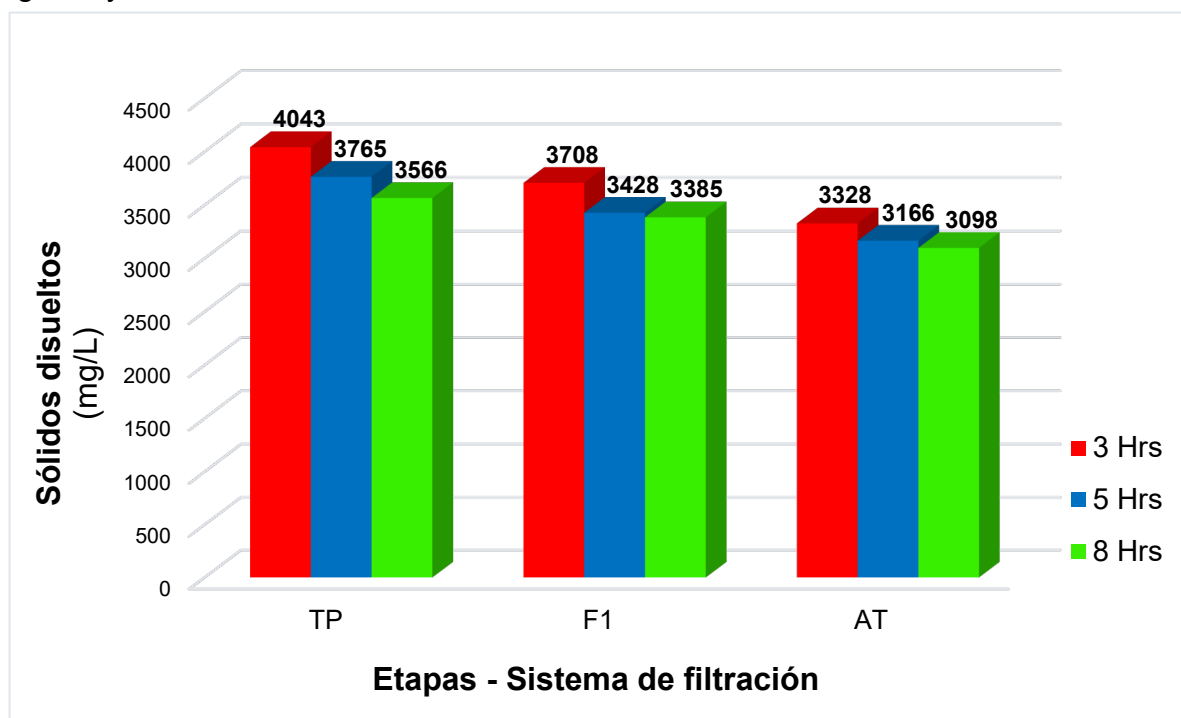
**Figura 8. Efecto de la turbidez**

A partir de la **Figura 8**, se observó un descenso de la turbidez (780 a 306 NTU) en cada etapa del tratamiento en relación a los tiempos, cabe resaltar que el menor valor se dio en la etapa de agua tratada en el transcurso de 8 horas (306 NTU) reflejando menor presencia de sólidos dispersos y/o partículas suspendidas. En consecuencia, existe bajo riesgo de la generación de eutrofización en el sistema de filtración.



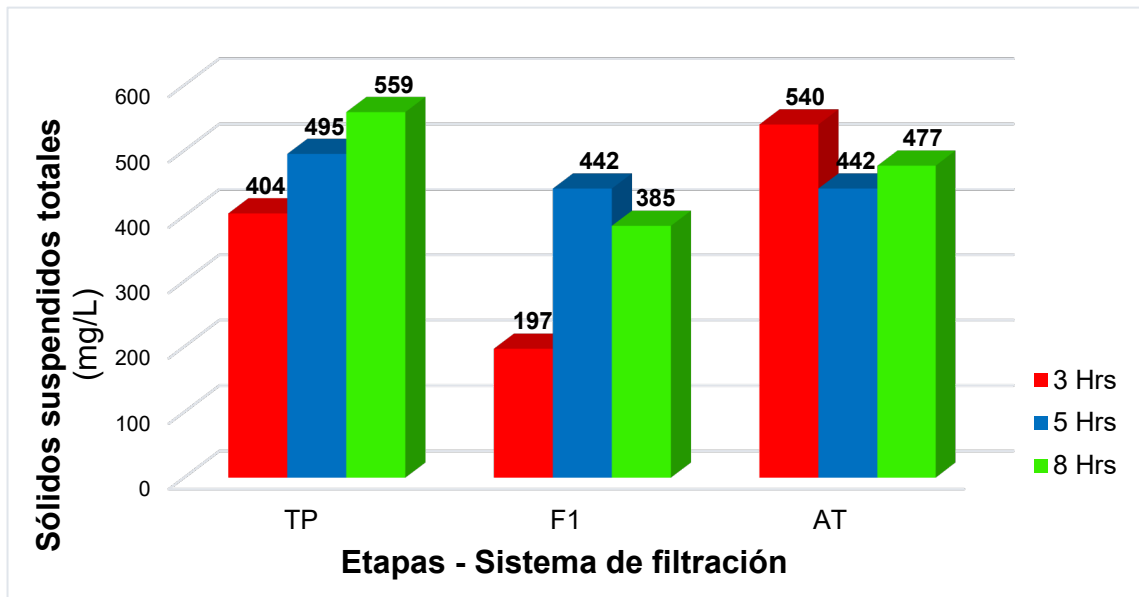
**Figura 9. Efecto de los sólidos totales**

En la **Figura 9**, se observó que se da un descenso de los sólidos totales (4447 a 3575 mg/L) en cada etapa del tratamiento en relación a los tiempo. El menor valor se dio en la etapa de agua tratada en el transcurso de 8 horas con un valor de 3575 mg/L, en este parámetro se va determinar la suma de los sólidos disueltos y los sólidos suspendidos totales, lo que es importante para determinar la cantidad de grasa y aceites.



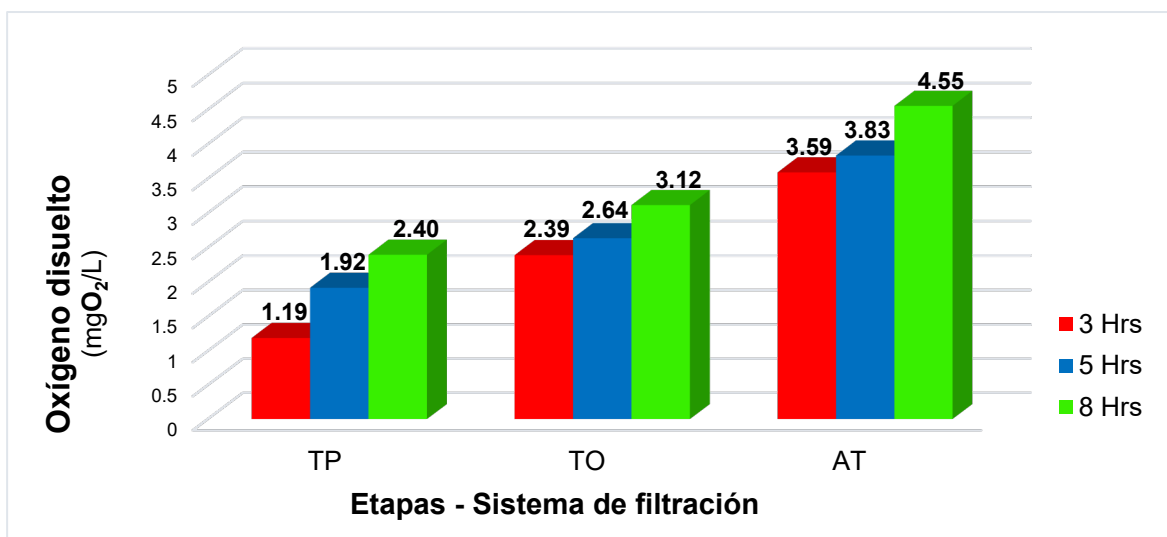
**Figura 10. Efecto de los sólidos disueltos**

En la **Figura 10**, se observó un descenso de los sólidos disueltos (4043 a 3098 mg/L) en cada etapa del tratamiento en relación a los tiempos, asimismo cabe resaltar que el menor valor se dio en la etapa de agua tratada en el transcurso de 8 horas con un valor de 3098 mg/L, este parámetro ejerce un papel importante ya que participa en la identificación de compuestos ya sean sales, minerales o metales que valga la redundancia se encuentran disueltos en el agua.



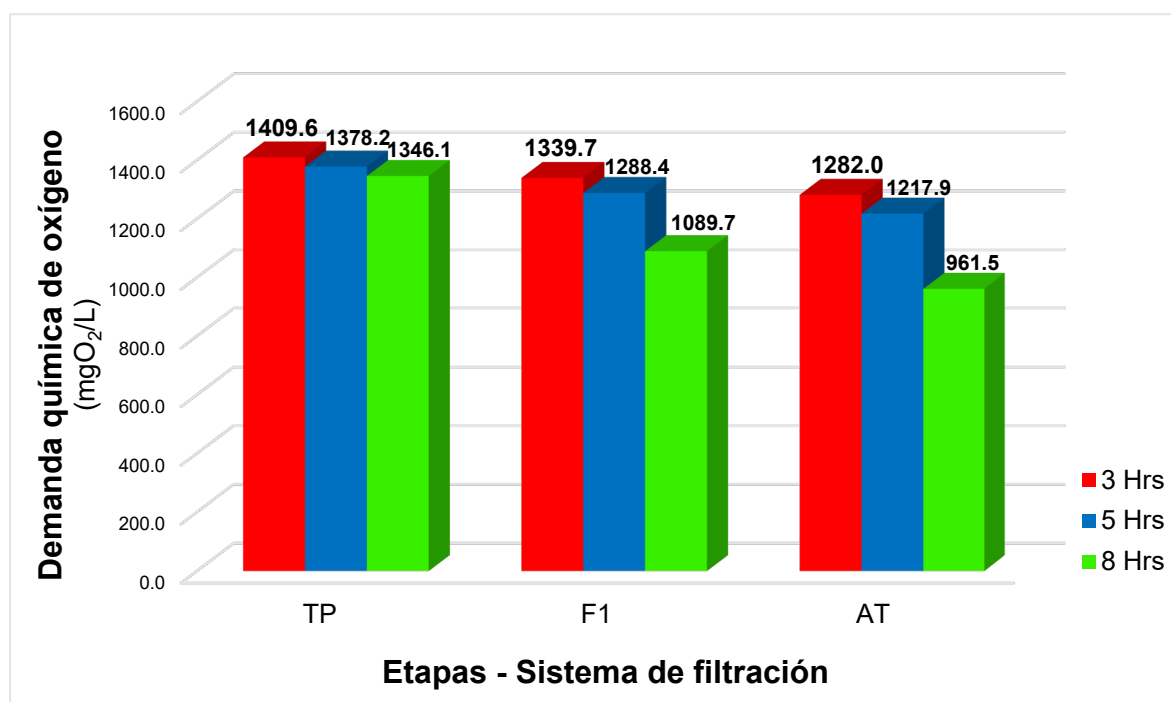
**Figura 11. Efecto de los sólidos suspendidos totales**

En la **Figura 11**, se observó una variación de los sólidos suspendidos totales en cada etapa del tratamiento en relación a los tiempos, asimismo cabe resaltar que el menor valor se dio en la etapa de filtración 1 en el transcurso de 3 horas con un valor de 197 mg/L, este parámetro está estrechamente relacionado de manera directamente proporcional con la conductividad eléctrica, ya que se pudo observar que también hubo una disminución en dicho parámetro en el mismo tiempo y en la misma etapa, es muy importante para determinar la presencia de aceites y grasas, ya que estos se encuentran en suspensión.



**Figura 12. Efecto del oxígeno disuelto**

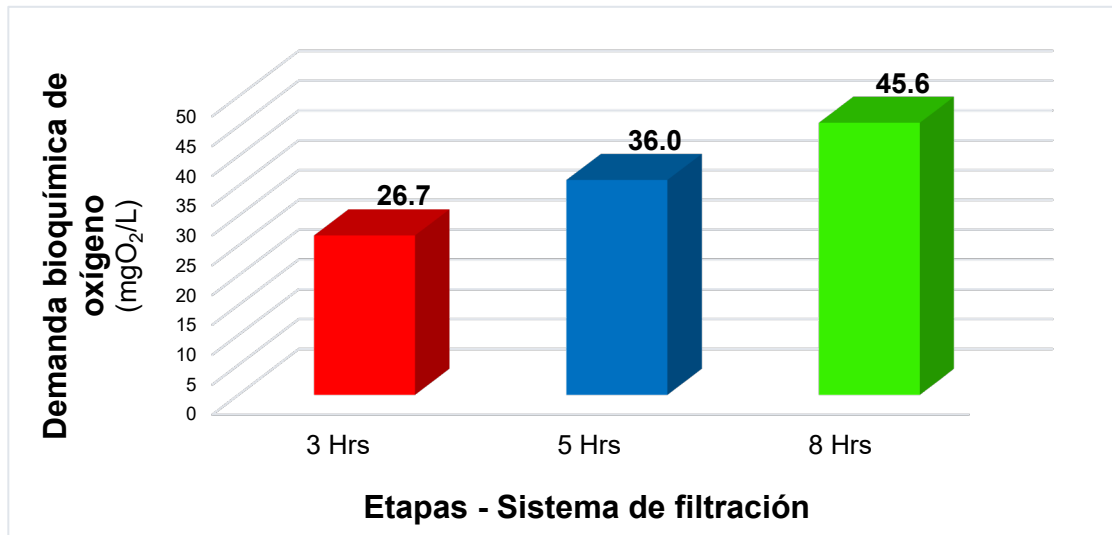
El proceder del oxígeno disuelto según la **Figura 12**, fue óptimo en cada tratamiento para la reutilización del agua. Este en su concentración inicial fue de 1 mgO<sub>2</sub>/L, igualmente se observa que en el tratamiento de 8h se obtuvo una concentración máxima de 4.55 mgO<sub>2</sub>/L que redujo la película hidrofóbica en la muestra y permitió de esta manera el ingreso del oxígeno. Asimismo, se evidenció la eficiencia del



tanque de oxidación.

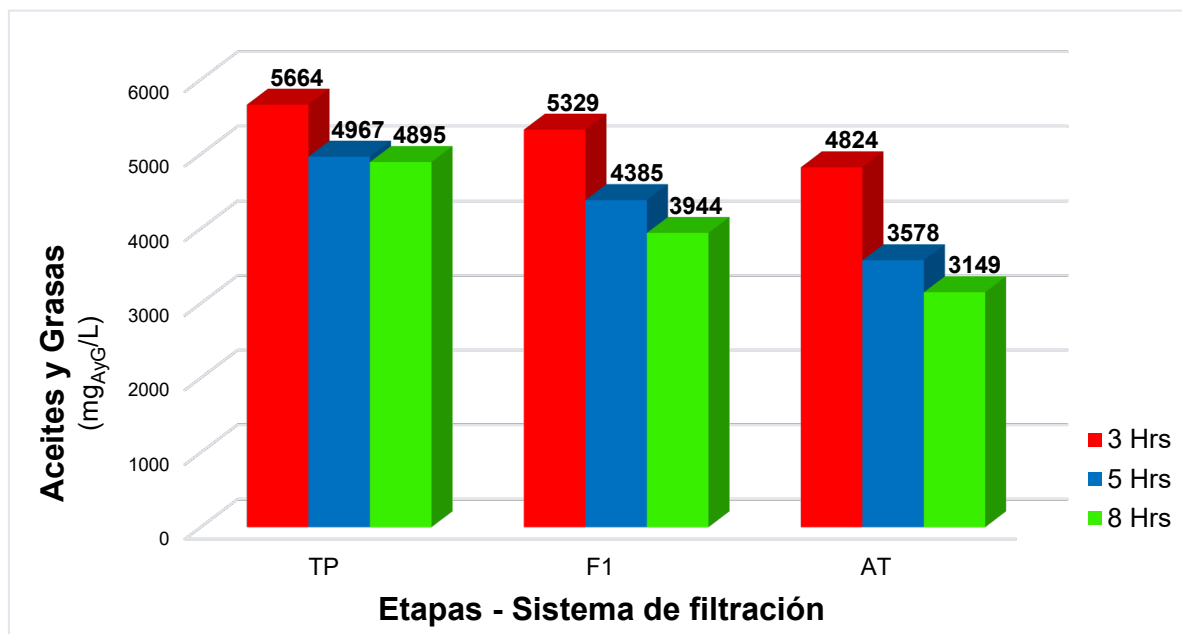
**Figura 13. Efecto de la demanda química de oxígeno**

A partir de la **Figura 13**, se detalla los resultados de la DQO, con un descenso (1409.6 a 961.5 mgO<sub>2</sub>/L), similarmente en la **Figura 12** se observó un aumento del oxígeno disuelto, se infiere que estos dos parámetros interactúan inversamente proporcional. Asimismo, la cantidad de oxígeno alcanzada es apta para la degradación de la materia orgánica aún presente en la muestra. Este parámetro se considera dentro de los VMA D.S. N° 010-2019, se tiene en cuenta que en el tratamiento de 8h la DQO presentó la cantidad admisible que demanda la norma (1000 mgO<sub>2</sub> /L).



**Figura 14. Efecto de la demanda bioquímica de oxígeno**

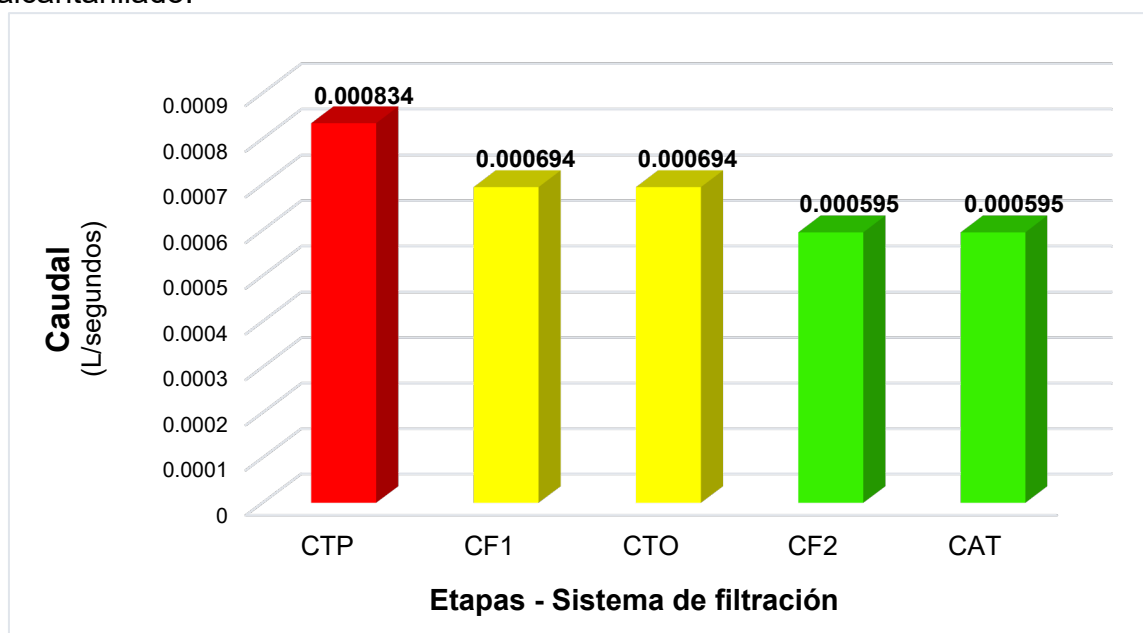
Se observó en la **Figura 14**, que la DBO<sub>5</sub> se incrementó. En la caracterización inicial se obtuvo una cantidad de 1.53, donde se evidencia la escasez de oxígeno en la muestra, posteriormente al ser sometido en los tratamientos, se logró un aumento (26.7 a 45.6 mgO<sub>2</sub>/L) en cada uno de ellos. Finalmente, el mejor tiempo fue de 8h, con la cantidad de oxígeno que beneficia al crecimiento de microorganismos, sin excedentes.



**Figura 15. Efecto de los aceites y grasas**



En la **Figura 15**, se observó el parámetro principal de nuestra problemática, aceites y grasas, buscando minimizar el grado de contaminación que genera en el agua, teniendo como referencia los VMA D.S. N° 010-2019, en donde se realizó una comparación de nuestros resultados con el valor establecido por la norma (100 mg<sub>AyG</sub>/L). En la caracterización inicial realizada se obtuvo 30397 mg<sub>AyG</sub>/L, al pasar por el primer tratamiento de 3h este tuvo una reducción de un 82.6%, posteriormente en el de 5h fue de 85% y finalmente en el de 8h fue de 86.9%, es decir, la mayor reducción se efectuó en el tercer tratamiento. Estos resultados dieron lugar a una mayor garantía para la reutilización del agua en el taller de mantenimiento de motores, sin embargo, no es apta para el vertimiento al alcantarillado.



**Figura 16. Efecto del caudal en cada etapa**

En la **Figura 16**, se observó el descenso del caudal (0.000834 – 0.000595 L/s) en el transcurso de las etapas en segundos, ya que esta fue acondicionada estratégicamente con la finalidad de retener por más tiempo los sólidos totales en los filtros de papel de roca cálcica, y obtener en mejores condiciones el agua proveniente del taller de mantenimiento de motores. Asimismo, cada etapa se encontraba a diferente altura de la superficie. Se consideró fundamental, la fuerza impulsadora de la gravedad para el fluido del agua.

**Prueba de normalidad y análisis de varianza (ANOVA) de los siguientes parámetros.**

Prueba de normalidad

En la **Tabla 27** y **Tabla 28**, se observan los datos obtenidos aplicando la prueba estadística de normalidad en los fisicoquímicos y biológicos.

**Tabla 27. Prueba de normalidad en parámetros fisicoquímicos y biológicos**

Pruebas de normalidad							
Parámetros	Tiempos	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	3	0,253	3		0,964	3	0,637
	5	0,362	3		0,805	3	0,126
	8	0,314	3		0,893	3	0,363
SST	3	0,221	3		0,986	3	0,809
	5	0,385	3		0,750	3	0,428
	8	0,182	3		0,999	3	0,688
Eh	3	0,362	3		0,803	3	0,122
	5	0,272	3		0,947	3	0,554
	8	0,292	3		0,923	3	0,463
Turbidez	3	0,349	3		0,832	3	0,194
	5	0,216	3		0,988	3	0,794
	8	0,214	3		0,989	3	0,803
CE	3	0,175	3		1,000	3	1,000
	5	0,297	3		0,917	3	0,441
	8	0,279	3		0,939	3	0,524
ST	3	0,364	3		0,799	3	0,112
	5	0,218	3		0,987	3	0,784
	8	0,243	3		0,973	3	0,682
AyG	3	0,220	3		0,987	3	0,778
	5	0,209	3		0,991	3	0,822
	8	0,190	3		0,997	3	0,902
DQO	3	0,192	3		0,997	3	0,897
	5	0,198	3		0,995	3	0,868
	8	0,253	3		0,964	3	0,637
OD	3	0,175	3		1,000	3	1,000

	5	0,232	3		0,980	3	0,726
	8	0,253	3		0,964	3	0,638
<b>SD</b>	3	0,183	3		0,999	3	0,931
	5	0,200	3		0,995	3	0,862
	8	0,226	3		0,983	3	0,752
a. Corrección de significación de Lilliefors							

**Tabla 28. Datos de la prueba de normalidad para demanda bioquímica de oxígeno**

Pruebas de normalidad						
Etapa	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadísticas	gl	Sig.	Estadísticas	gl	Sig.
AT_1	0,176	3	.	1	3	0,982

### Prueba de Hipótesis

H<sub>0</sub>: Los datos no presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los datos presentan una distribución normal.

### Regla de decisión

Donde  $\alpha$ : 0.05

Si, p-valor <  $\alpha$ , rechaza H<sub>0</sub>

Si, p-valor >  $\alpha$ , Acepta H<sub>1</sub>

### Conclusión

P- valores (Sig) son mayores que 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>). La prueba demostró que los datos obtenidos en los parámetros fisicoquímicos y biológicos proceden de una distribución normal.

Prueba de homogeneidad de varianzas

En la **Tabla 29** se detallan los datos obtenidos aplicando la prueba estadística homogeneidad de varianzas en los parámetros fisicoquímicos y biológicos.

**Tabla 29. Prueba de homogeneidad de parámetros fisicoquímicos y biológicos**

Prueba de homogeneidad de varianzas				
Parámetros	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
pH	0,025	2	6	0,976
Eh	3,026	2	6	0,123
Turbidez	0,752	2	6	0,511
CE	5,188	2	6	0,051
ST	0,094	2	6	0,912
SD	0,165	2	6	0,852
OD	0,036	2	6	0,964
DQO	2,383	2	6	0,173

### Prueba de Hipótesis

H<sub>0</sub>: Se asume que las varianzas son iguales

H<sub>1</sub>: Se asume que las varianzas no son iguales

### Regla de decisión

Donde  $\alpha$ : 0.05

Si, p-valor (sig) <  $\alpha$ , rechaza H<sub>0</sub>

Si, p-valor (sig) >  $\alpha$ , acepta H<sub>1</sub>

### Conclusión

P-valores son mayores a 0,05, por lo tanto, se acepta la H<sub>1</sub>. No existe homogeneidad en lo tratamiento (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>).

Prueba de análisis de varianza (ANOVA)

En la **Tabla 30** se detallan los valores obtenidos de tres parámetros, dado que en el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno solo se realizó sólo en una etapa (agua tratada) considerándose una medición, pero no una variación. Asimismo, se detallan los valores de los parámetros SST, DQO y aceites y grasas que se obtuvieron aplicando ANOVA.

**Tabla 30. Valores del análisis de varianza (ANOVA) de un factor**

ANOVA						
Parámetros		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SST	Entre grupos	15200,889	2	7600,444	0,595	0,581
	Dentro de grupos	76692,000	6	12782,000		
	Total	91892,889	8			
DQO	Entre grupos	73537,197	2	36768,598	2,255	0,186
	Dentro de grupos	97819,215	6	16303,202		
	Total	171356,412	8			
A y G	Entre grupos	2653708,222	2	1326854,111	2,785	0,139
	Dentro de grupos	2859028,667	6	476504,778		
	Total	5512736,889	8			

### Prueba de hipótesis

Ha: el proceso de sistema de filtración con papel de roca cálcica influye en la reducción de aceites y grasas para la reutilización del agua de taller de mantenimiento de motores.

Ho: el proceso de sistema de filtración con papel de roca cálcica no influye en la reducción de aceites y grasas para la reutilización del agua de taller de mantenimiento de motores.

### Regla de decisión

Donde  $\alpha$ : 0.05

Si, p-valor (sig) <  $\alpha$ , rechaza  $H_0$

Si, p-valor (sig) >  $\alpha$ , Acepta  $H_1$

### Conclusión

Los niveles de significancia fueron de 0.581 para los SST, 0.186 para la DQO y 0.139 para A y G, cada uno de ellos demostró ser mayor a 0.05 siguiendo una distribución normal, por lo tanto, se acepta la  $H_1$ . El proceso de sistema de filtración con papel de roca cálcica influye en la reducción de aceites y grasas para la reutilización del agua de taller de mantenimiento de motores.

Prueba estadística de correlación

En la **Tabla 31** se detallan las posibles correlaciones existentes entre los parámetros analizados

**Tabla 31. Datos de la prueba estadística de correlación (bivariadas)**

Correlaciones										
Parámetros		pH	Eh	Turbidez	CE	ST	SD	OD	DQO	AyG
pH	Correlación de Pearson	1	-0,147	-,785*	,903**	-,677*	-,744*	,694*	-,677*	-,807**
	Sig. (bilateral)		0,706	0,012	0,001	0,045	0,021	0,038	0,045	0,009
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Eh	Correlación de Pearson	-0,147	1	0,044	-0,372	-0,350	-0,259	0,227	0,200	-0,028
	Sig. (bilateral)	0,706		0,910	0,324	0,356	0,500	0,558	0,606	0,943
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Turbidez	Correlación de Pearson	-,785*	0,044	1	-,893**	,730*	,784*	-,689*	,759*	,935**
	Sig. (bilateral)	0,012	0,910		0,001	0,026	0,012	0,040	0,018	0,000
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
CE	Correlación de Pearson	,903**	-0,372	-,893**	1	-0,563	-,667*	0,581	-,709*	-,819**
	Sig. (bilateral)	0,001	0,324	0,001		0,114	0,050	0,101	0,032	0,007
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
ST	Correlación de Pearson	-,677*	-0,350	,730*	-0,563	1	,936**	-,930**	,808**	,861**
	Sig. (bilateral)	0,045	0,356	0,026	0,114		0,000	0,000	0,008	0,003
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
SD	Correlación de Pearson	-,744*	-0,259	,784*	-,667*	,936**	1	-,969**	,798*	,906**
	Sig. (bilateral)	0,021	0,500	0,012	0,050	0,000		0,000	0,010	0,001
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
OD	Correlación de Pearson	,694*	0,227	-,689*	0,581	-,930**	-,969**	1	-,842**	-,875**
	Sig. (bilateral)	0,038	0,558	0,040	0,101	0,000	0,000		0,004	0,002
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
DQO	Correlación de Pearson	-,677*	0,200	,759*	-,709*	,808**	,798*	-,842**	1	,897**
	Sig. (bilateral)	0,045	0,606	0,018	0,032	0,008	0,010	0,004		0,001
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9

AyG	Correlación de Pearson	-,807**	-0,028	,935**	-,819**	,861**	,906**	-,875**	,897**	1
	Sig. (bilateral)	0,009	0,943	0,000	0,007	0,003	0,001	0,002	0,001	
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).										
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).										

A partir de la **Tabla 31** se observan los datos obtenidos de la prueba estadística de correlación (bivariadas) de los parámetros fisicoquímicos y biológicos, donde en su mayoría de casos presentaron los siguientes rangos:

Donde, r: coeficiente de Pearson

Si,  $-1 < r < 0$ : Existe una correlación negativa.

Si,  $0 < r < 1$ : Existe una correlación positiva.

### Conclusión

Se consideraron los parámetros fisicoquímicos y biológicos en la prueba de correlación, con la finalidad de observar la oscilación de rangos generados respecto al parámetro de nuestra problemática, aceites y grasas.

Según el coeficiente de Pearson en aceites y grasas existen valores en los rangos de  $(-0,807 - -0,819)$ , es decir, existe una correlación negativa de parámetros con valores altos y valores bajos, señalando una actividad inversamente proporcional. Sin embargo, en el rango de  $(0,906 - 1)$  considerado como correlación positiva, denota que las interacciones de los parámetros son directamente proporcionales. Finalmente, se infiere que todos los parámetros tienen una correlación significativa con aceites y grasas, como se demuestra en los resultados de la investigación.

## VI. DISCUSIÓN

El sistema de filtración vertical con papel de roca cálcica redujo los aceites y grasas del agua contaminada de 30,397.0 a 3149.0 mg/L, con una eficiencia del 86.9%; es decir, esta agua puede ser reutilizada en el taller de mantenimiento de motores. Así mismo, Marín, Heredia y Alcarraz (2019) emplearon un sistema de tres filtros con cascarillas de *Ricinus communis* y carbón vegetal, obteniendo una reducción del 94.2% de aceites y grasas. El porcentaje de reducción fue mayor debido a que la concentración del contaminante fue baja (260 mg/L). Similarmente, González et al. (2019) emplearon un sistema de filtración compuesta por una columna con bagazo de caña y un humedal subsuperficial, obteniendo una reducción de aceites y grasas mayor a 35%, por ello, indican que el flujo debe ser menor para incrementar el tiempo de retención, obteniendo mejores resultados. De la misma manera, Martínez et al. (2016) elaboraron una columna de lecho fijo con bagazo de caña de azúcar, alcanzando una reducción del 65% de aceites y grasas, debido a la capacidad de biosorbente que posee el compuesto utilizado para el tratamiento.

Otros investigadores como Banchon, Castillo y Posligua (2017) emplearon un tratamiento de bioadsorción con tres compuestos orgánicos (aserrín de pino, coco y bagazo de caña de azúcar) obteniendo una reducción del 97.8% de aceites y grasas, debido a las propiedades de bioadsorción de los compuestos, además, utilizaron coagulantes-floculantes para mejorar la eficiencia de su tratamiento. No obstante, Fraga et al. (2017) elaboraron una membrana ultrafina de carburo de silicio (SiC) o membrana cerámica de SiC mediante un sistema de filtración de flujo cruzado, alcanzando una reducción de 93.8% de aceites y grasas, debido a las características de eficiencia estructural, química y permeabilidad. Por otra parte, Wang, Wu y Han (2019) elaboraron un tipo de malla superoleófoba submarina con recubrimiento de nanobarras atapulgita natural (ATP), alcanzo una eficiencia mayor a 97.5% de reducción de aceites y grasas, debido a su resistencia corrosiva y propiedades separación. Sin embargo, Cha et al. (2016) utilizaron la técnica de ozonización complementando un sistema de filtración de arena, alcanzando una eficiencia del 83.3% en la reducción de aceites y grasas, debido a que la



ozonización altera las propiedades del aceite volviéndola abatible para el sistema de filtración.

Los filtros de roca cálcica se elaboraron utilizando un 60% de carbonato de calcio, debido a su característica de neutralización de aguas ácidas aportó en el aumento del pH de 7.71 a 8.54. Similarmente, Chen et al. (2020) aplicaron el MICP (precipitación del  $\text{CaCO}_3$  inducida por microbios) para mejorar la durabilidad de un mortero de biocemento como tratamiento de aguas residuales industriales, obteniendo aumento significativo del pH (8,40), la DQO (1200,10  $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) y la DBO (10,50  $\text{mgO}_2/\text{L}$ ), debido al MICP se llenan los orificios internos del mortero de biocemento incrementando su densidad, durabilidad y la absorción del agua.

Soto y Aranda (2019) usaron un filtro convencional y dos de conchas de abanico (triturado y calcinado), siendo el más eficiente el filtro de concha de abanico calcinado, mejorando el pH (45%), la  $\text{DBO}_5$  (97%) y la turbidez (95.6%) del agua residual. Por otra parte, Fraga et al. (2017) para la elaboración de la membrana ultrafina utilizaron Carbono (35.1 %), Oxígeno (30.5 %) y Sílice (31.6 %) logrando una reducción del DQO (57.4 %) y SST (99.7 %), debido a sus características de eficiencia estructural, química y permeabilidad. Lei et al. (2019) usaron columnas de precipitación electroquímicas empaquetadas con carbonato de calcio para la remoción de fósforo obteniendo un aumento del pH (9.9) del agua residual. Zhao et al. (2016) utilizaron las influencias de la adición de hierro y carbonato de calcio en los reactores, las características fisicoquímicas y microbiológicas mostraron mejora, principalmente en el  $\text{DBO}_5$  (28%).

Respecto a los parámetros fisicoquímicos y biológicos, se determinó que disminuyó la turbidez de 913 a 306 NTU, los ST de 4771 a 3575  $\text{mg/L}$ , los SST de 600 a 477  $\text{mg/L}$  y la DQO de 4587 a 961.52  $\text{mgO}_2/\text{L}$  con porcentajes del 66.4%, 25%, 20.5% y 79% respectivamente. Mientras que, el pH aumentó de 7.71 a 8.54, el OD de 1 a 4.55  $\text{mgO}_2/\text{L}$  y la  $\text{DBO}_5$  1.53 a 45.6  $\text{mgO}_2/\text{L}$ , con porcentajes de 10.7%, 78% y 96.7% respectivamente. Por lo tanto, el sistema de filtración influye positivamente en los parámetros fisicoquímicos y biológicos, además que, los SST, la DQO y  $\text{DBO}_5$  se encuentran dentro de los VMA. Similarmente, Garavito, Ospina

y Ospina (2019) utilizaron un filtro de macrófitas en flotación (*Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*) para el tratamiento del agua residual de autolavado, debido a su adaptabilidad climática y propiedades físicas, obtuvieron el 97% de remoción de la DBO<sub>5</sub> con la Lenteja de agua y con el Jacinto de agua obtuvieron un 97.32% de remoción del DQO. Por otra parte, Mulaba-Bafubiandi et al. (2019) utilizaron cenizas volantes y arcilla, obtuvieron resultados favorables turbidez (96,7%), pH (10,45) y los ST (763,5 mg/L) con una proporción de arcilla de 2:1, la arcilla mostro mayor eficiencia debido a los compuestos que la conforman y su característica absorbente. Además, Cha et al. (2016) obtuvieron 320 mg/L de DQO y 2 NTU de turbidez mediante el sistema de filtración con arena conjuntamente con el desarrollo de una técnica nueva de ozonización. Banchon, Castillo y Posligua (2017) emplearon un tratamiento de bioadsorción con 3 compuestos, adicional a ello, usaron coagulantes-floculantes obteniendo reducción en la turbidez (0 NTU), los SST (2 mg/L), la DBO<sub>5</sub> (10 mgO<sub>2</sub>/L) y la DQO (33 mgO<sub>2</sub>/L).

Otros investigadores como Merizalde, Montenegro y Cabrera (2019) emplearon un reactor biológico rotativo de contacto, obteniendo reducción de la DBO (91,01%), la DQO (93,14%), los ST (99,68%) y SST (99,66%), sin embargo, Fahid et al. (2020) emplearon un tratamiento de humedales flotantes injertando tres cepas de bacterias (*Acinetobacter*, *Bacillus megaterium* y *Acinetobacter iwoffii*), obtuvieron resultados óptimos en la DQO (98.6%) y DBO (97.7%), del mismo modo, Heredia, Gavilanes y Heredia (2020) elaboraron un humedal superficial con cuatro tipos de especies vegetales (*Echinochloa polystachya*, *Pennisetum purpureum*, *Panicum máximum* y *Arvenses sp*) como medio de remediación, teniendo reducción en el turbidez (68.89%) con la especie *Pennisetum purpureum* (pasto elefante) y DQO (84.19%) con la especie *Panicum máximum* (pasto chileno) . Por otra parte, Fraga et al. (2017) lograron resultados óptimos en la reducción de los ST (39.9 %), SST (99.7 %) y DQO (57.4 %) mediante el uso de la membrana ultrafina de carburo de silicio puesto en un sistema de filtración de flujo cruzado.

Se plantearon tres tiempos para el tratamiento de sistema de filtración, obteniendo los siguientes porcentajes de reducción de aceites y grasas: 82.6% en 3h, un 85% en 5h y 86.9% en 8h, siendo el mejor tiempo de 8 h. Por otra parte,

Manilal, Harinarayanan y Soloman (2017) emplearon el método de electrocoagulación para la eliminación de aceites y grasas, obteniendo una remoción del 90.8% en 15 minutos. Asimismo, Travezaño y Valenzuela (2019), utilizaron el método por fotocátalisis heterogénea tomando en cuenta dos tiempos, obteniendo un 73.18% de remoción de aceites y grasas en 3 h. Además, Merizalde, Montenegro y Cabrera (2019) usaron 2 filtros (grava y arena) y 150 discos de polietileno, obteniendo una eficiencia del 99% en un período de 14 días.

Por otra parte, los investigadores como Sunyer et al. (2019) utilizaron la biodegradación y bioaumento con microorganismos para tratar las aguas oleosas teniendo una eficiencia del 71.8% en un tiempo de 45 días, sin embargo, Huang et al. (2019) elaboró un papel de filtro variado con nanocristales de celulosa tunicados logrando una eficiencia del 85% en la separación de agua y aceites durante 25 ciclos de 24 horas cada uno. Por otra parte, Cha et al. (2016) emplearon un sistema de filtración con arena en conjunto con la nueva técnica de ozonización, obtuvieron una eficiencia del 83.3% durante 20 ciclos con un tiempo de 20 segundos cada uno.

## VII. CONCLUSIONES

En la presente investigación, mediante el uso del sistema de filtración con papel de roca cálcica se logró reducir los aceites y grasas del agua proveniente del taller de mantenimiento de motores para su reutilización en el lavado de los mismos. Entre los resultados más concluyentes se obtuvo:

- Para la elaboración del filtro de papel de roca se usó el 60% de carbonato de calcio, aportando en la disminución de los parámetros físicos (ST, SST, SD) y el aumento del pH. Paralelamente, se complementó con los tanques del sistema (tanque primario y de oxidación).
- El sistema de filtración con papel de roca cálcica demostró mejora en los parámetros fisicoquímicos y biológicos, entre estos, el pH (8.54), la conductividad eléctrica (5723  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), el oxígeno disuelto (4.55  $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) y la demanda bioquímica de oxígeno (45.6  $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) aumentaron, por otro lado, el potencial redox (48 mV), los sólidos totales (3575  $\text{mg}/\text{L}$ ), sólidos disueltos (3098  $\text{mg}/\text{L}$ ), sólidos suspendidos totales (477  $\text{mg}/\text{L}$ ), turbidez (306 NTU) y demanda química de oxígeno (961.52  $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) disminuyeron.
- El mejor tiempo para la reducción de aceites y grasas utilizando el sistema de filtración fue de 8 horas, obteniéndose una reducción del 86.9% en aceites y grasas, no obstante, se tuvo en cuenta la referencia de los VMA establecido por el D.S. N° 010-2019-VIVIENDA, el cual indica que los aceites y grasas deben tener un valor  $\leq 100 \text{ mg}/\text{L}$ . Por lo tanto, el agua tratada (3149  $\text{mg}/\text{L}$ ) no puede ser vertido al alcantarillado, sin embargo, puede ser reutilizada para el lavado de maquinarias pesadas.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Aumentar el número muestreos (periodos de tiempo) en el proceso, para obtener un análisis estadístico más preciso.
- Usar floculantes y/o coagulantes con la finalidad disminuir la concentración de sólidos suspendidos totales y turbidez, para categorizar el agua tratada.
- Buscar métodos de reutilización para el uso sostenible de los residuos orgánicos (aceites y grasas en la fase primaria).
- Trabajar con distintas granulometrías de  $\text{CaCO}_3$  para el proceso de filtración.
- Investigar sobre el papel de roca cálcica para otros diferentes procesos con fines ecológicos y sostenibles.

## REFERENCIAS

- ACOUA TECNOLOGÍA, 2020. ¿ Qué Es El Potencial Redox ? [en línea]. Disponible en: <https://acquatecnologiaperu.com/potencial-redox.html>.
- AKRATOS, Christos S., TATOULIS, Triantafyllos I. y TEKERLEKOPOULOU, Athanasia G., Biotreatment of winery wastewater using a hybrid system combining biological trickling filters and constructed wetlands. *Applied Sciences (Switzerland)* [en línea], 2020. vol. 10, no. 2, pp. 15. ISSN 20763417. DOI 10.3390/app10020619. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/2/619/htm>.
- ALKINDY, Maryam B., NADDEO, Vincenzo, BANAT, Fawzi y HASAN, Shadi W., Synthesis of polyethersulfone (PES)/GO-SiO<sub>2</sub> mixed matrix membranes for oily wastewater treatment. *Water Science and Technology* [en línea], 2019. ISSN 0273-1223. DOI 10.2166/wst.2019.347. Disponible en: <https://iwaponline.com/wst/article/doi/10.2166/wst.2019.347/70142/Synthesis-of-polyethersulfone-PES-GO-SiO2-mixed>.
- ANA, Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. *Autoridad Nacional del Agua* [en línea], 2016. Disponible en: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>.
- AQUASTAT, AQUASTAT - FAO's Information System on Water and Agriculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)* [en línea], 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/aquastat/es/overview/methodology/water-use>.
- AQUINO, Pavel, *Calidad del Agua en el Perú* [en línea]. Lima - Perú: 2017. s.n. ISBN 9786124210501. Disponible en: [https://www.dar.org.pe/archivos/publicacion/176\\_aguasresiduales.pdf](https://www.dar.org.pe/archivos/publicacion/176_aguasresiduales.pdf).
- AVILA, Ivan y MORENO, Mario, *Diseño, propuesta e implementación de un filtro para tratamiento de aguas de uso doméstico en tanques de reserva en la población del casco urbano de la inspección de San Antonio de Anapoima*. [en línea]. 2016. S.l.: Universidad Libre. Disponible en: [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10401/ANTEPROYECTO SEMINARIO FILTERO ARENA ULTIMA ENTREGA JUNIO 11.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10401/ANTEPROYECTO_SEMINARIO_FILTERO_ARENA_ULTIMA_ENTREGA_JUNIO_11.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- BANCHON, Carlos, CASTILLO, Alexandra y POSLIGUA, Paola, Chemical

- interactions to cleanup highly polluted automobile service station wastewater by bioadsorption-coagulation-flocculation. *Journal of Ecological Engineering* [en línea], 2017. vol. 18, no. 1, pp. 1-10. ISSN 22998993. DOI 10.12911/22998993/66252. Disponible en: <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-a663bb82-e963-4e8f-895e-d1a69418b301>.
- CASTELLANOS, María, RUIZ, Eduardo, RIVAS, María y ROJAS, Giovanni, Obtención de papel piedra a partir de Carbonato de Calcio y Quitosano. *Informador técnico* [en línea], 2015. vol. 79, no. December 2015, pp. 13-15. ISSN 0122-056X. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/301283463\\_Obtencion\\_de\\_papel\\_piedra\\_a\\_partir\\_de\\_Carbonato\\_de\\_Calcio\\_y\\_Quitosano](https://www.researchgate.net/publication/301283463_Obtencion_de_papel_piedra_a_partir_de_Carbonato_de_Calcio_y_Quitosano).
- CHA, Zhixiong, LIN, Cheng Fang, CHENG, Chia Jung y ANDY, P.K., Removal of oil and oil sheen from produced water by pressure-assisted ozonation and sand filtration. *Chemosphere*, 2016. ISSN 00456535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2009.10.051.
- CHEN, How Ji, HUANG, Yi Hsun, MAITY, Jyoti Prakash, CHEN, Chien Cheng, SUN, An Cheng y CHEN, Chien Yen, Efficient option of industrial wastewater resources in cement mortar application with river-sand by microbial induced calcium carbonate precipitation. *Scientific Reports* [en línea], 2020. ISSN 20452322. DOI 10.1038/s41598-020-62666-9. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-62666-9#Sec2>.
- CONCYTEC, Manual del Reglamento de Calificación, Clasificación y Registro de los Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica-Reglamento Renacyt. *El Peruano* [en línea], 2018. Disponible en: [https://portal.concytec.gob.pe/images/ley-concytec-18/modificacion\\_ley.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/ley-concytec-18/modificacion_ley.pdf).
- CÓRDOVA, Rosa, RIERA, María, RONQUILLO, Sandra, RODRÍGUEZ, Joan y PEREDA, Ileana, Evaluación de la arrancada de filtros anaerobios para el tratamiento de aguas residuales de café instantáneo. [en línea], 2019. vol. 50, no. 1, pp. 40-54. Disponible en: <https://revista.cnice.edu.cu/index.php/RevBiol/article/view/275>.
- DZUL, Marisela, [sin fecha]. Unidad 3: Aplicación básica de los métodos científicos. [en línea]. Disponible en:

[https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Presentaciones/licenciatura\\_en\\_mercadotecnia/fundamentos\\_de\\_metodologia\\_investigacion/PRES39.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES39.pdf).

ESCALANTE, Daniel, *Optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” empleando biochar de residuos de poda - Santa Rosa 2018* [en línea]. 2018. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37124>.

ESTRADA AYRE, Jhonatan Antony, *Evaluación de la influencia del tiempo de retención hidráulica en la calidad de efluentes de lagunas de oxidación, Junín*. [en línea]. 2018. S.l.: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES. Disponible en: <http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1371>.

ETURKI, S., MAKNI, H., BOUKCHINA, R. y DHIA, H., Study of the Purification Performance of Sand Filter Drained in a Complementary Treatment of Urban Wastewater under Soil and Climatic Conditions of the Southern Tunisia. *Journal of Water Resource and Protection* [en línea], 2011. vol. 03, no. 07, pp. 487-494. ISSN 1945-3094. DOI 10.4236/jwarp.2011.37058. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/271042376\\_Study\\_of\\_the\\_Purification\\_Performance\\_of\\_Sand\\_Filter\\_Drained\\_in\\_a\\_Complementary\\_Treatment\\_of\\_Urban\\_Wastewater\\_under\\_Soil\\_and\\_Climatic\\_Conditions\\_of\\_the\\_Southern\\_Tunisia](https://www.researchgate.net/publication/271042376_Study_of_the_Purification_Performance_of_Sand_Filter_Drained_in_a_Complementary_Treatment_of_Urban_Wastewater_under_Soil_and_Climatic_Conditions_of_the_Southern_Tunisia).

FAHID, Muhammad, ARSLAN, Muhammad, SHABIR, Ghulam, YOUNUS, Salman, YASMEEN, Tahira, RIZWAN, Muhammad, SIDDIQUE, Kamran, AHMAD, Sajid Rashid, TAHSEEN, Razia, IQBAL, Samina, ALI, Shafaqat y AFZAL, Muhammad, *Phragmites australis in combination with hydrocarbons degrading bacteria is a suitable option for remediation of diesel-contaminated water in floating wetlands*. *Chemosphere* [en línea], 2020. vol. 240, no. 124890. ISSN 18791298. DOI 10.1016/j.chemosphere.2019.124890. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653519321290>.

FRAGA, M.C., SANCHES, S., PEREIRA, V.J., CRESPO, J.G., YUAN, L., MARCHER, J., DE YUSO, Martínez, RODRÍGUEZ, E. y BENAVENTE, J., Morphological, chemical surface and filtration characterization of a new silicon carbide membrane. *Journal of the European Ceramic Society* [en línea], 2017. ISSN 1873619X. DOI 10.1016/j.jeurceramsoc.2016.10.007. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0955221916305568>.



- GARAVITO, Geraldine Isabel, OSPINA, Laura Vanessa y OSPINA, Diana Carolina, Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un autolavado. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología* [en línea], 2019. vol. 12, no. 1, pp. 10-20. ISSN 2145549X. DOI 10.22335/rlct.v12i1.977. Disponible en: <https://revistalogos.policia.edu.co:8443/index.php/rlct/article/view/977/1286>.
- GESTIÓN, Tecnología: ¡Conoce el papel que se fabrica con piedras! [en línea], 2020. pp. 1-5. Disponible en: <https://gestion.pe/tecnologia/conoce-papel-fabrica-piedras-265345-noticia/?ref=gesr>.
- GIRALDO, Gloria, *Manual de análisis de agua*. [en línea]. 2015. S.l.: Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/50540/1/manualdeanalisideaguas.pdf>.
- GOLDMANN, Gastón, Determinación de la distribución de la porosidad en rocas mediante resistividad eléctrica. [en línea], 2018. Disponible en: <http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/802/1/1Goldmann.pdf>.
- GONZÁLEZ, Yaribey, PÉREZ, Maira, MARTÍNEZ, Pastora y PEDROZO, Julio, Comportamiento de un humedal subsuperficial en la depuración de aguas oleosas. Cinética de remoción de DQO. *Revista Cubana de Química* [en línea], 2019. vol. 31, no. 3, pp. 452-462. ISSN 2224-5421. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v31n3/2224-5421-ind-31-03-452.pdf>.
- HEREDIA, Sandra, GAVILANES, Alex y HEREDIA, María, Depuración de agua contaminada con hidrocarburos en el río Rumiayacu, mediante humedales artificiales en la provincia de Francisco de Orellana. , 2020. vol. 1.
- HUANG, Yanan, ZHAN, Hui, LI, Dong, TIAN, Huafeng y CHANG, Chunyu, Tunicate cellulose nanocrystals modified commercial filter paper for efficient oil/water separation. *Journal of Membrane Science* [en línea], 2019. vol. 591, pp. 117362. ISSN 0376-7388. DOI <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2019.117362>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0376738819320393>.
- IBARRA TAQUEZ, Harold N., GILPAVAS, Edison, BLATCHLEY, Ernest R., GÓMEZ GARCÍA, Miguel-Ángel y DOBROSZ GÓMEZ, Izabela, Integrated electrocoagulation-electrooxidation process for the treatment of soluble coffee effluent: Optimization of COD degradation and operation time analysis. *Journal of Environmental Management* [en línea], 2017. vol. 200, pp. 530-538. ISSN

- 0301-4797. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.095>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479717305807>.
- IDEAM, Conductividad del agua. [en línea], 2016. pp. 1-7. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Conductividad+Eléctrica.pdf/f25e2275-39b2-4381-8a35-97c23d7e8af4>.
- INZUNZA, Juan, Capítulo 4. Temperatura. *Meteorología descriptiva* [en línea], 2016. pp. 85-111. Disponible en: [http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso\\_2006/Textos complementarios/Meteorologia descriptiva\\_Inzunza/cap4\\_Inzunza\\_Temperatura.pdf](http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos_complementarios/Meteorologia_descriptiva_Inzunza/cap4_Inzunza_Temperatura.pdf).
- JAYORA, María, Tema: Análisis De Aguas. *Departamento de Química Física y Analítica Universidad de Jaén* [en línea], 2016. pp. 11. Disponible en: [http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia\\_archivos/Quimica analitica ambiental/tema 10.pdf](http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica_analitica_ambiental/tema_10.pdf).
- LECCA, Eduardo y LIZAMA, Edgar, Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Journal of the American Chemical Society* [en línea], 2014. vol. 17, pp. 71-80. ISSN 15205126. DOI 10.1021/ja00334a047. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>.
- LEI, Yang, NARSING, Santosh, SAAKES, Michel, VAN DER WEIJDEN, Renata D. y BUISMAN, Cees J.N., Calcium Carbonate Packed Electrochemical Precipitation Column: New Concept of Phosphate Removal and Recovery. *Environmental Science and Technology* [en línea], 2019. vol. 53, no. 18, pp. 10774-10780. ISSN 15205851. DOI 10.1021/acs.est.9b03795. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b03795>.
- LIM, Teik-Thye y HUANG, Xiaofeng, Evaluation of hydrophobicity/oleophilicity of kapok and its performance in oily water filtration: Comparison of raw and solvent-treated fibers. *Industrial Crops and Products* [en línea], 2014. vol. 26, no. 2, pp. 125-134. ISSN 0926-6690. DOI <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2007.02.007>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669007000386>.
- MANILAL, A.M., HARINARAYANAN NAMPOOTHIRI, M.G. y SOLOMAN, P.A., 2017. Removal of oil and grease from automobile garage wastewater using electrocoagulation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*

- [en línea]. India: IOP Publishing, DOI 10.1088/1757-899X/206/1/012082. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/206/1/012082/pdf>.
- MARÍN VELÁSQUEZ, T.D., HEREDIA JIMÉNEZ, V.I. y ALCARRAZ CURI, M., Filtro de cascarilla de *Ricinus communis* y carbón vegetal para tratamiento de agua contaminada con hidrocarburos: diseño de un sistema en serie por etapas. *Ingeniería del agua* [en línea], 2019. vol. 23, no. 3, pp. 187. ISSN 1134-2196. DOI 10.4995/ia.2019.11426. Disponible en: <https://iwaponline.com/IA/article/23/3/187/69806/Filtro-de-cascarilla-de-Ricinus-communis-y-carbon>.
- MARTÍNEZ, Pastora, ROSA, Elena R., RODRÍGUEZ, Iván L., MAS, Jorge Leiva y PÉREZ, Maira María, Minimización del impacto ambiental de las aguas oleosas mediante columna rellena con bagazo de caña de azúcar. *Centro Azúcar* [en línea], 2016. vol. 43, no. 1, pp. 62-69. ISSN 02535777. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=114075089&lang=es&site=ehost-live>.
- MEJÍA ARIAS, Frida del Pilar y PEREZ SINCHI, Karem, *Eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un biodigestor prefabricado en la subestación eléctrica Cotaruse - Apurímac*. [en línea]. 2016. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2591>.
- MERIZALDE, Edgar, MONTENEGRO, Lucia y CABRERA, Marcelo, Estudio de un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de una industria de papel. *Revista Politécnica* [en línea], 2019. vol. 43, no. 1, pp. 07-14. ISSN 1390-0129. DOI 10.33333/rp.vol43n1.951. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v43n1/2477-8990-rpolit-43-01-00007.pdf>.
- MOATMED, Sara M., KHEDR, Mohamed Hamdy, EL-DEK, S.I., KIM, Hak-Yong y EL-DEEN, Ahmed G., Highly efficient and reusable superhydrophobic/superoleophilic polystyrene@ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanofiber membrane for high-performance oil/water separation. *Journal of Environmental Chemical Engineering* [en línea], 2019. vol. 7, no. 6, pp. 103508. ISSN 2213-3437. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103508>. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343719306311>.
- MOZHGAN, Shahmirzaee, ABDOLHOSSEIN, Hemmati-Sarapardeh, MAEN M.,

- Husein, MAHIN, Schaffie y RANJBAR, Mohammad, Development of a powerful zeolitic imidazolate framework (ZIF-8)/carbon fiber nanocomposite for separation of hydrocarbons and crude oil from wastewater. *Microporous and Mesoporous Materials* [en línea], 2020. vol. 307, pp. 110463. ISSN 1387-1811. DOI <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2020.110463>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1387181120304650?via%3Dihub#!>
- MULABA-BAFUBIANDI, A.F., ADAMS, F. V., PETER, A., JOSEPH, I. V. y SYLVESTER, O.P., Purification of crude oil contaminated water using fly ash/clay. *Journal of Water Process Engineering* [en línea], 2019. vol. 30, pp. 100471. ISSN 2214-7144. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.08.009>. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714416305918>.
- NASCIMBÉN SANTOS, Érika, LÁSZLÓ, Zsuzsanna, HODÚR, Cecilia, ARTHANAREESWARAN, Gangasalam y VERÉB, Gábor, Photocatalytic membrane filtration and its advantages over conventional approaches in the treatment of oily wastewater: A review. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering* [en línea], 2020. no. June, pp. 1-29. ISSN 19322143. DOI 10.1002/apj.2533. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/apj.2533>.
- OMS, Saneamiento. [en línea], 2017. pp. 1-5. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>.
- OMS, Agua. [en línea], 2019. pp. 1-5. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
- ONU, Objetivo 6. Agua Limpia Y Saneamiento: Por Que Es Importantes. *United Nations* [en línea], 2015. pp. 1-2. Disponible en: [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/6\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/6_Spanish_Why_it_Matters.pdf).
- ONU, *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. No dejar a nadie atrás* [en línea]. S.l.: 2019. s.n. ISBN 978-92-3-300108-4. Disponible en: <http://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2019/>.
- PÉREZ MANRRIQUE, Natalia, *Simulación matemática de la interacción entre la*

- (OD) en el río Chili con el método de los elementos finitos [en línea]. 2017. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4109/IQpeman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- REHMAN, Khadeeja, IMRAN, Asma, AMIN, Imran y AFZAL, Muhammad, Enhancement of oil field-produced wastewater remediation by bacterially-augmented floating treatment wetlands. *Chemosphere* [en línea], 2019. vol. 217, pp. 576-583. ISSN 0045-6535. DOI <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.041>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653518321386>.
- SALEHI, M., BIRIA, D., SHARIATI, M. y FARHADIAN, M., Treatment of normal hydrocarbons contaminated water by combined microalgae – Photocatalytic nanoparticles system. *Journal of Environmental Management* [en línea], 2019. vol. 243, pp. 116-126. ISSN 0301-4797. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.131>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719305985>.
- SOTO, Suymi y ARANDA, Jhonatan, *Eficiencia del Argopecten purpuratus mediante filtros lentos para el tratamiento de agua de la piscicultura* [en línea]. 2019. S.I.: Universidad Peruana Unión. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2458>.
- SUNYER, Adrià, GONZÁLEZ NAVARRO, Ainoa, SERRA ROIG, M. Pau, SERRANO, Núria, DÍAZ CRUZ, M. Silvia y DÍAZ CRUZ, José Manuel, First application of carbon-based screen-printed electrodes for the voltammetric determination of the organic UV filters oxybenzone and octocrylene. *Talanta* [en línea], 2019. vol. 196, pp. 381-388. ISSN 0039-9140. DOI <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2018.12.092>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039914018313705>.
- TAMAYO, Carla, Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Metodología de la investigación* [en línea], 2015. Disponible en: <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/23.pdf>.
- TAVERA GARCÍA, Jorge y TORRES BURGOS, Yenny, *Manejo, tratamiento y reuso del agua en la estación de lavado de vehículos “Los Ángeles” Kennedy,*

- Bogotá D.C* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4850/1/TorresBurgosYennyAl ejandra2016.pdf>.
- TERÁN SAUCEDO, Rubén, DE LA MORA OROZCO, Celia, GONZÁLEZ ACUÑA, Irma, GÓMEZ ROSALES, Sergio y FLORES LÓPEZ, Hugo, Efecto de la temperatura del agua sobre la constante de velocidad de reacción de los contaminantes en un humedal construido para el tratamiento de aguas residuales porcícolas. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* [en línea], 2020. vol. 11, pp. 1-17. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242020000500002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242020000500002&script=sci_arttext).
- TOAPANTA, Maria Isabel, Calidad del agua: Grasas y Aceites. *Grasas y Aceites* [en línea], 2016. ISSN 00173495. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6161/8/GRASASYACEITES.pdf>.
- TOMÁS MARÍN y WILMARIS VILLAROEL, Evaluación de un filtro a base de harina de tusa de maíz ( *Zea mays*) y carbón vegetal para el tratamiento de agua contaminada con petróleo. [en línea], 2019. no. August 2016. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/331904642\\_Evaluacion\\_de\\_un\\_filtro\\_a\\_base\\_de\\_harina\\_de\\_tusa\\_de\\_maiz\\_Zea\\_mays\\_y\\_carbon\\_vegetal\\_para\\_el\\_t ratamiento\\_de\\_agua\\_contaminada\\_con\\_petroleo](https://www.researchgate.net/publication/331904642_Evaluacion_de_un_filtro_a_base_de_harina_de_tusa_de_maiz_Zea_mays_y_carbon_vegetal_para_el_t ratamiento_de_agua_contaminada_con_petroleo).
- TRAVEZAÑO, Colqui y VALENZUELA, Casimiro, *Influencia del tiempo y la concentración del contaminante en la degradación de aguas con derrames de aceite por fotocátalisis heterogénea a las condiciones del Valle del Mantaro* [en línea]. 2019. S.l.: Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5055/T010\\_47572100\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5055/T010_47572100_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- TURSI, A., DE VIETRO, N., BENEDUCI, A., MILELLA, A., CHIDICHIMO, F., FRACASSI, F. y CHIDICHIMO, G., Low pressure plasma functionalized cellulose fiber for the remediation of petroleum hydrocarbons polluted water. *Journal of Hazardous Materials* [en línea], 2019. vol. 373, pp. 773-782. ISSN 18733336. DOI 10.1016/j.jhazmat.2019.04.022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389419304406>.
- VARGAS, Arquímedes León, *Aplicacion de piedra pomez como filtro en el proceso*

*de tratamiento de aguas residuales verdes en un centro de beneficio animal puno* [en línea]. 2019. S.l.: Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11819/Arquimides\\_Leon\\_Vargas\\_Luque.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11819/Arquimides_Leon_Vargas_Luque.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

VERÉB, G., GAYIR, V.E., SANTOS, E.N., FASEKAS, A., KERTÉSZ, Sz., HODÚR, C. y LÁSZLÓ, Zs., Purification of real car wash wastewater with complex coagulation/flocculation methods using polyaluminum chloride, polyelectrolyte, clay mineral and cationic surfactant. *Water Science and Technology* [en línea], 2019. vol. 80, no. 10, pp. 1902-1909. ISSN 19969732. DOI 10.2166/wst.2020.008. Disponible en: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/80/10/1902/71821/Purification-of-real-car-wash-wastewater-with?redirectedFrom=fulltext>.

VIVIENDA, Vivienda, construccion y saneamiento. *El Peruano* [en línea], 2017. no. 90, pp. 39-41. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-texto-unico-ordenado-de-la-le-decreto-supremo-n-006-2017-vivienda-1491051-10/>.

WANG, Jintao, WU, Jinlong y HAN, Fenglan, Eco-friendly and scratch-resistant hybrid coating on mesh for gravity-driven oil/water separation. *Journal of Cleaner Production* [en línea], 2019. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.118369. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619332391>.

ZHAO, Zhimiao, SONG, Xinshan, WANG, Wei, XIAO, Yanping, GONG, Zhijie, WANG, Yuhui, ZHAO, Yufeng, CHEN, Yu y MEI, Mengyuan, Influences of iron and calcium carbonate on wastewater treatment performances of algae based reactors. *Bioresource Technology* [en línea], 2016. ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2016.05.043. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852416306836>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables


VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN / UNIDADES	
<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>SISTEMA DE FILTRACIÓN CON PAPEL DE ROCA CÁLCICA</b>	Proceso esencial para el tratamiento de aguas residuales, se encarga de la separación de sólidos suspendidos hallados en un medio acuoso, dispone de distintos tamaños de poro, convirtiéndose en el parámetro principal para determinar las partículas que permanecerán detenidas (CONDORCHEM ENVITECH, 2014). Conformado por fibras de policarbonato para la estabilización de aglomeraciones de material sólido, estos desarrollan una impulsión en el efluente por gravedad (verticalmente). La eficiencia se observará en la variación de tamaño de porosidad (CHULLUNCUY, 2011). Por otro lado, el uso del papel de roca cálcica beneficia en gran manera el proceso de filtración por su concentración de carbonato de calcio (~ 80%) y polímeros (CASTELLANOS et al., 2015).	Para el sistema de filtración, se tuvo en cuenta cuatro etapas que constan de un tanque primario, filtración 1, tanque de oxidación y filtración 2. Para las etapas de filtración 1 y filtración 2, se utilizó papel filtro de roca cálcica con diferentes tamaños de abertura. Además, se consideró la operatividad del filtro y tiempo de filtración del sistema para obtener el tiempo óptimo.	<b>Sistema de filtración</b>	Tanque primario	Altura	cm
						Largo	cm
						Ancho	cm
					Filtración 1	Altura	cm
						Diámetro	cm
						Tanque de oxidación	Altura
					Largo		cm
					Ancho		cm
					Filtración 2	Altura	cm
						Diámetro	cm
				<b>Características de los filtros</b>	Carbonato de calcio		%
					Polímero		%
					Espesor		mm
					Diámetro		cm
Abertura	A = 3.0	mm					
	B = 2.5						
	C = 1.5						
	D = 1.0						
	E = 0.9						
	F = 0.8						
	G = 0.6						
H = 0.5							
<b>Operatividad del filtro</b>	Caudal		L/s				
<b>Tiempo de filtración (sistema)</b>	Tiempo 1 (t <sub>1</sub> = 3 horas)		hrs.				
	Tiempo 2 (t <sub>2</sub> = 5 horas)						
	Tiempo 3 (t <sub>3</sub> = 8 horas)						
<b>DEPENDIENTE</b>	<b>REUTILIZACIÓN DE AGUA CONTAMINADA CON ACEITES Y GRASAS</b>	Con el tiempo los estudios de la calidad del agua han permanecido en constante avance y con ello el aumento de su uso; progresando en los métodos de análisis e interpretación de sus características. Anteponiendo el estudio de la calidad del agua residual originadas por las actividades antropogénicas ya que su índice de contaminación es elevado tornándose no admisibles para el vertimiento o reutilización debido a la gran concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos (SIERRA, 2013). Por consiguiente, ante los parámetros del ECA esta permanece como un recurso no aprovechable (MINAN, 2017).	Se caracterizó física, química y biológicamente las aguas contaminadas con aceites y grasas, tanto antes como después de cada tratamiento. Para evaluar la reducción de aceites y grasas, se tomó en cuenta los valores iniciales y finales.	<b>Parámetros físicoquímicos</b>	Aceites y grasas		mg <sub>avg</sub> /L
					Sólidos totales		mg/L
					Sólidos disueltos		mg/L
					Sólidos suspendidos totales		mg/L
					Temperatura		°C
					Conductividad eléctrica		µS/cm
					pH		1-14
					Potencial redox		mV
					Turbidez		NTU
					<b>Parámetros biológicos</b>	Oxígeno disuelto	
				Demanda química de oxígeno		mgO <sub>2</sub> /L	
				Demanda bioquímica de oxígeno		mgO <sub>2</sub> /L	

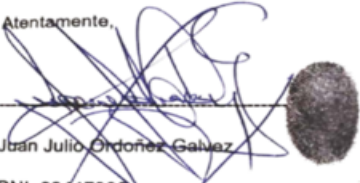


**Anexo 2. FICHA 1: Datos de campo y recolección de la muestra**

<b>FICHA 1: Datos de campo y recolección de la muestra</b>					
Título	Reutilización de agua contaminada con aceites y grasas de taller de mantenimiento de motores mediante sistema de filtración con papel de roca cálcica				
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales				
Responsables	Ampuero Santa Cruz, Neyss				
	Navarro Huamán, Yomayra				
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales	Fecha:			
Lugar		Distrito:			
N° de muestra	Coordenadas UTM		Extracción de muestra		Volumen de muestra (L)
	Este	Norte	Día	Hora	
AGUA c/ AG – TMM					

AGUA c/ AG – TMM: Agua contaminada con aceites y grasas del taller de mantenimiento de motores.

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro,**  
 CIP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020


Atentamente,  
  
**Juan Julio Ordoñez Galvez**  
 DNI: 08447308

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

### Anexo 3. FICHA 2: Identificación de la muestra

FICHA 2: Identificación de la muestra									
Título	Reutilización de agua contaminada con aceites y grasas de taller de mantenimiento de motores mediante sistema de filtración con papel de roca cálcica								
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales								
Responsables	Ampuero Santa Cruz, Neyss								
	Navarro Huamán, Yomayra								
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales						Fecha:		
Lugar							Distrito:		
MUESTRA	Volumen (L)	Parámetros Físicoquímicos						Parámetros Biológicos	
		Aceites y Grasas (mg <sub>AyG</sub> /L)	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial de Hidrógeno (pH) 1-14	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)	Oxígeno disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)	
AGUA c/ AG – TMM									

AGUA c/ AG – TMM: Agua contaminada con aceites y grasas del taller de mantenimiento de motores.

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro,**  
 CIP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020


Atentamente,  
  
**Juan Julio Ordoñez Galvez**  
 DNI: 08447308

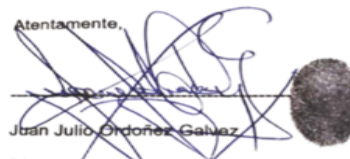
  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

**Anexo 4. FICHA 3: Elaboración del filtro de papel de roca cálcica**

<b>FICHA 3: Elaboración del filtro de papel de roca cálcica</b>											
Título	Reutilización de agua contaminada con aceites y grasas de taller de mantenimiento de motores mediante sistema de filtración con papel de roca cálcica										
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales										
Responsables	Ampuero Santa Cruz, Neyss										
	Navarro Huamán, Yomayra										
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales									Fecha:	
Lugar										Distrito:	
<b>Características del filtro</b>											
Carbonato de Calcio (%)	Polímero (%)	Abertura (mm)								Espesor (mm)	Diámetro (Ø)
		A	B	C	D	E	F	G	H		
		3.0	2.5	1.5	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5		

A, B, C, D, E, F, G, H: Distintos tamaños de abertura de los filtros de papel de roca cálcica.


  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro,**  
 CIP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

Atentamente,  
  
**Juan Julio Ordoñez Galvez**  
 DNI: 08447308

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

**Anexo 5. FICHA 4: Operatividad del filtro y tiempo de filtración (sistema)**

<b>FICHA 4: Operatividad del filtro y tiempo de filtración (sistema)</b>			
Título	Reutilización de agua contaminada con aceites y grasas de taller de mantenimiento de motores mediante sistema de filtración con papel de roca cálcica		
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales		
Responsables	Ampuero Santa Cruz, Neyss Navarro Huamán, Yomayra		
Asesor	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales	Fecha:	
Lugar		Distrito:	
<b>Operatividad del filtro</b>		<b>Tiempo</b>	
<b>Caudal (L/min)</b>	<b>t<sub>1</sub></b>	<b>t<sub>2</sub></b>	<b>t<sub>3</sub></b>
	<b>3 hrs</b>	<b>5 hrs</b>	<b>8 hrs</b>

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro,**  
 CIP: 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

Atentamente,  
  
**Juan Julio Ordoñez Gálvez**  
 DNI: 08447308

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

**Anexo 6. FICHA 5: Análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua contaminada con aceites y grasas**

<b>FICHA 5: Análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua contaminada con aceites y grasas</b>													
Título		Reutilización de agua contaminada con aceites y grasas de taller de mantenimiento de motores mediante sistema de filtración con papel de roca cálcica											
Línea de investigación		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales											
Responsables		Ampuero Santa Cruz, Neyss Navarro Huamán, Yomayra											
Asesor		Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales								Fecha:			
Lugar										Distrito:			
MUESTRA	Parámetros Fisicoquímicos									Parámetros Biológicos			
	Aceites y Grasas (mg <sub>AVG</sub> /L)	Sólidos totales (mg/L)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial de Hidrogeno 1-14	Potencial Redox (mv)	Turbidez (NTU)	Oxígeno Disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)	Demanda química de oxígeno (mgO <sub>2</sub> /L)	Demanda biológica de oxígeno (mgO <sub>2</sub> /L)	
AGUA c/ AG – TMM	I												
	F												
	TP												
	F1												
	TO												
	F2												

AGUA c/ AG – TMM: Agua contaminada con aceites y grasas del taller de mantenimiento de motores.

I: Inicial


F: Final

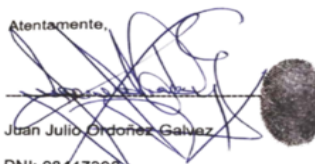
TP: Tanque primario

F1: Filtración 1

TO: Tanque de oxidación

F2: Filtración 2

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro**,  
 CIP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

Atentamente,  
  
**Juan Julio Ordoñez Galvez**  
 DNI: 08447308

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## Anexo 7. Validación del instrumento 1 por cada experto



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente / Universidad César Vallejo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Datos de campo y recolección de muestra**  
 1.4. Autoras del instrumento: Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra

#### 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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10 PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												90%	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 12 de junio del 2020

  
 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,  
 CP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AA0-8644-2020

DNI: N°07867259

Tel.: 987212209

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:	Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio
1.2. Cargo e institución donde labora:	Docente e Investigador / UCV – Lima Norte
1.3. Especialidad o línea de investigación:	Recursos Hídricos y Cambio Climático
1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:	<b>Datos de campo y recolección de muestra</b>
1.5. Autoras del instrumento:	Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra

### 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

SI

El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 12 de junio del 2020

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:	Dr. Castañeda Oliver, Carlos Alberto
1.2. Cargo e institución donde labora:	Docente e Investigador / UCV – Lima Norte
1.3. Especialidad o línea de investigación:	Tecnología Mineral y Ambiental
1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:	<b>Datos de campo y recolección de muestra</b>
1.5. Autoras del instrumento:	Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra

### V. 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		

### VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

-----

### VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 12 de junio del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Oliver**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0076275



## Anexo 8. Validación del instrumento 2 por cada experto

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:
- 1.2. Cargo e institución donde labora:
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.4. Autoras del instrumento:

Dr. Benites Alfaro, Elmer  
 Docente / Universidad César Vallejo  
**Identificación de la muestra**  
 Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra

#### 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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10 PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												90%	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 12 de junio del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro,  
 CIP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AA1-8644-2020

DNI: N°07867259

Telf: 987212209

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:	Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio
1.2. Cargo e institución donde labora:	Docente e Investigador / UCV – Lima Norte
1.3. Especialidad o línea de investigación:	Recursos Hídricos y Cambio Climático
1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:	<b>Identificación de la muestra</b>
1.5. Autoras del instrumento:	Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra

### 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

SI

El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 12 de junio del 2020

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:	Dr. Castañeda Oliver, Carlos Alberto
1.2. Cargo e institución donde labora:	Docente e Investigador / UCV – Lima Norte
1.3. Especialidad o línea de investigación:	Tecnología Mineral y Ambiental
1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:	<b>Identificación de la muestra</b>
1.5. Autoras del instrumento:	Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra

### V. 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		

### VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación  
 El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI
-----

### VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 12 de junio del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Oliver**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## Anexo 9. Validación del instrumento 3 por cada experto



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente / Universidad César Vallejo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Elaboración del filtro de papel de roca cálcica**  
 1.4. Autoras del instrumento: Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra

#### 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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10 PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												90%	

#### 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:

95%

Lima, 12 de junio del 2020

  
 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,  
 CP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI: N°07867259 Telf.: 987212209

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

#### I. DATOS GENERALES

- |   |  |
|---|--|
| 1.1. Apellidos y Nombres:                         | Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio                         |
| 1.2. Cargo e institución donde labora:            | Docente e Investigador / UCV – Lima Norte              |
| 1.3. Especialidad o línea de investigación:       | Recursos Hídricos y Cambio Climático                   |
| 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: | <b>Elaboración del filtro de papel de roca cálcica</b> |
| 1.5. Autoras del instrumento:                     | Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra     |

#### 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

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 12 de junio del 2020

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

#### I. DATOS GENERALES

- |   |  |
|---|--|
| 1.1. Apellidos y Nombres:                         | Dr. Castañeda Oliver, Carlos Alberto                   |
| 1.2. Cargo e institución donde labora:            | Docente e Investigador / UCV – Lima Norte              |
| 1.3. Especialidad o línea de investigación:       | Tecnología Mineral y Ambiental                         |
| 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: | <b>Elaboración del filtro de papel de roca cálcica</b> |
| 1.5. Autoras del instrumento:                     | Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra     |

#### V. 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		

#### VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación


El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI
-----

#### VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 12 de junio del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivares**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## Anexo 10. Validación del instrumento 4 por cada experto

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:	Dr. Benites Alfaro, Elmer
1.2. Cargo e institución donde labora:	Docente / Universidad César Vallejo
1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:	<b>Operatividad del filtro y tiempo de filtración (sistema)</b>
1.4. Autoras del instrumento:	Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra

#### 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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10 PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												90%	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 12 de junio del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro,  
CP. 71998  
ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
Scopus ID de autor: 57216176765  
Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI: N°07867259

Tel.: 987212209

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

### I. DATOS GENERALES

- |   |   |
|---|---|
| 1.1. Apellidos y Nombres:                         | Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio                                  |
| 1.2. Cargo e institución donde labora:            | Docente e Investigador / UCV – Lima Norte                       |
| 1.3. Especialidad o línea de investigación:       | Recursos Hídricos y Cambio Climático                            |
| 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: | <b>Operatividad del filtro y tiempo de filtración (sistema)</b> |
| 1.5. Autoras del instrumento:                     | Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra              |

### 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 SI
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación -----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 12 de junio del 2020

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

### I. DATOS GENERALES

- |   |   |
|---|---|
| 1.1. Apellidos y Nombres:                         | Dr. Castañeda Oliver, Carlos Alberto                            |
| 1.2. Cargo e institución donde labora:            | Docente e Investigador / UCV – Lima Norte                       |
| 1.3. Especialidad o línea de investigación:       | Tecnología Mineral y Ambiental                                  |
| 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: | <b>Operatividad del filtro y tiempo de filtración (sistema)</b> |
| 1.5. Autoras del instrumento:                     | Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra              |

### 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

SI
-----

El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 12 de junio del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Oliver**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## Anexo 11. Validación del instrumento 5 por cada experto



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente / Universidad César Vallejo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua contaminada con aceites y grasas**  
 1.4. Autoras del instrumento: Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra

#### 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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10 PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												90%	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 12 de junio del 2020

  
 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,  
 CP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI: N°07867259

Tel: 987212209

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5

### I. DATOS GENERALES

- |   |   |
|---|---|
| 1.1. Apellidos y Nombres:                         | Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio  |
| 1.2. Cargo e institución donde labora:            | Docente e Investigador / UCV – Lima Norte   |
| 1.3. Especialidad o línea de investigación:       | Recursos Hídricos y Cambio Climático  |
| 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: | <b>Análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua contaminada con aceites y grasas</b> |
| 1.5. Autoras del instrumento:                     | Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra  |

### 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 SI
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación -----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 12 de junio del 2020

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5

### I. DATOS GENERALES

- |   |   |
|---|---|
| 1.1. Apellidos y Nombres:                         | Dr. Castañeda Oliver, Carlos Alberto  |
| 1.2. Cargo e institución donde labora:            | Docente e Investigador / UCV – Lima Norte   |
| 1.3. Especialidad o línea de investigación:       | Tecnología Mineral y Ambiental  |
| 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: | <b>Análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua contaminada con aceites y grasas</b> |
| 1.5. Autoras del instrumento:                     | Ampuero Santa Cruz Neyss / Navarro Huamán, Yomayra  |

### V. 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		

### VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación -----

### VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 12 de junio del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## Anexo 12. Evidencia del porcentaje de turnitin

feedback studio

NEYSS MICHELL AMPUERO SANTA CRUZ | DPI - AMPUERO Y NAVARRO.docx

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Reutilización de agua contaminada con aceites y grasas de taller de mantenimiento de motores mediante sistema de filtración con papel de roca cálcica

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**AUTORAS:**  
Ampuero Santa Cruz, Neys Michell (ORCID: 0000-0003-1554-0176)  
Navarro Huamán, Yamayra Beatriz (ORCID: 0000-0001-5044-9349)

**ASESOR:**  
Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-9689-5054)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Lima – Perú  
2020

**Resumen de coincidencias**

**8 %**

Se están viendo fuentes estándar

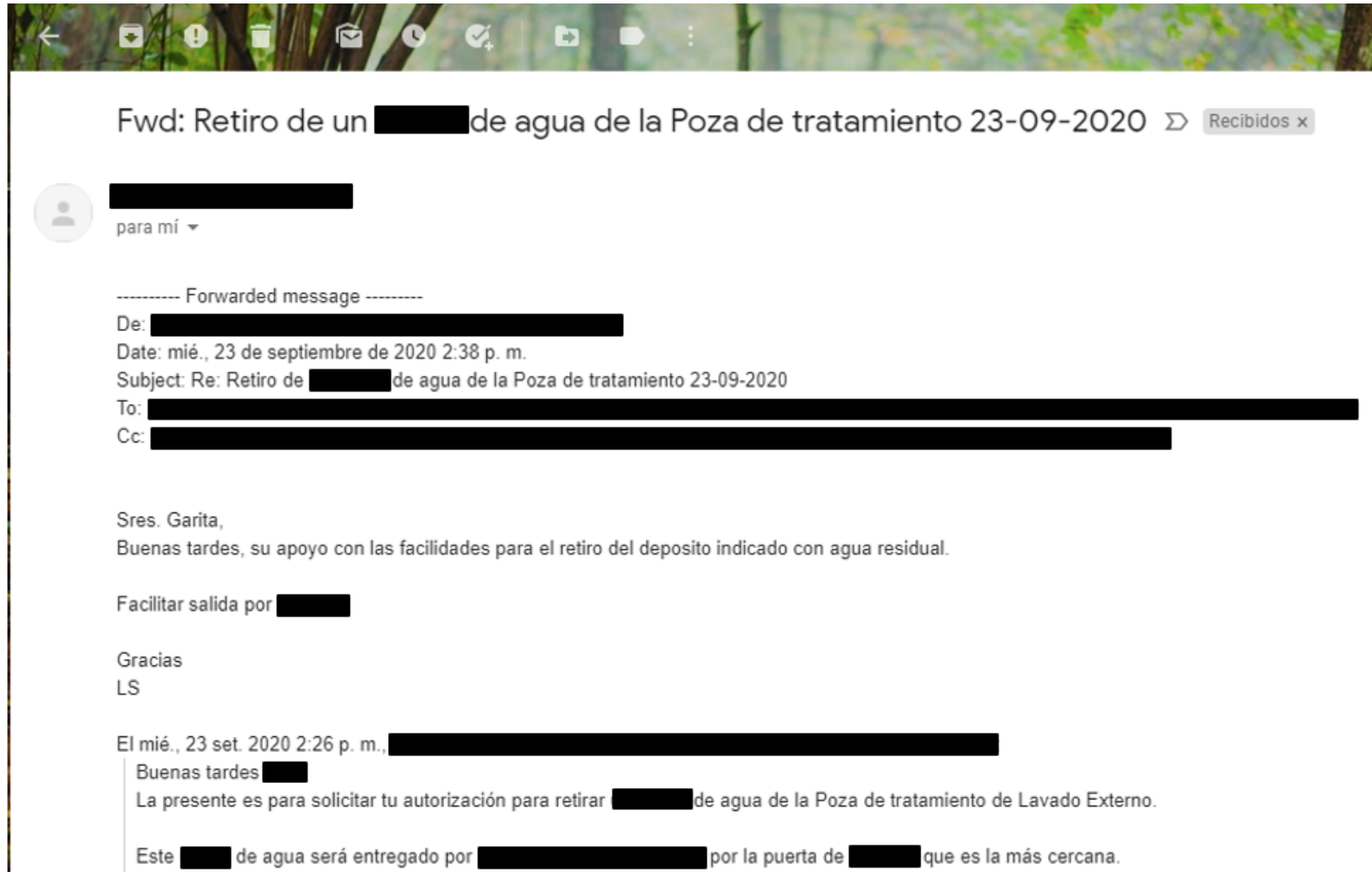
[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
3	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %	>
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %	>
5	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %	>
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %	>

Página: 1 de 74 | Número de palabras: 12932 | Text-only Report | High Resolution | Activado

### Anexo 13. Solicitud de autorización de la empresa



## Anexo 14. Solicitud para análisis de muestra - Laboratorio UNI

SCOTIBANK PERU S.A.A. 1/16/20  
C/O AGENCIA NEBA PLAZA 1 14:51:19

DEPOSITO EN EFECTIVO - CUENTAS CORRIENTES  
Nro de Cuenta : 2108002  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Cen. Cta. Interbancaria : C/C 214 00002108002 04  
Deposito Movible : S/ xxxxxxxxxxxx158.00  
Saldo Total Efectivo : S/ xxxxxxxxxxxx254.00  
650.001.0137 RIRN10 . RIRN10 1/16/20 PLAC020F


SOLICITUD: APOYO PARA REALIZAR  
ANALISIS DE TESIS  
  
DE INGENIERIA

Nosotros, NAVARRO HUAMAN YOHAYRA BEATRIZ, IDENTIFICADA CON  
DNI: 76601660 y AMPUERO SANTA CRUZ NEYSS MICHELL, IDENTIFICADO  
CON DNI: 73010359, ALUMNOS QUE PERTENECEN A LA ESCUELA DE  
INGENIERIA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, NOS  
DIRIGIMOS A LA INSTITUCION CON EL DEBIDO RESPETO Y EXPONEMOS:  
QUE, RECURAMOS A LA INSTITUCION A FIN DE SOLICITAR EL APOYO  
PARA REALIZAR NUESTROS ANALISIS DE TESIS TITULADA: "RESTAURACION  
DE BOLSAS CONTAMINADAS CON ACEITES Y GRASAS DE TALLER DE MANTENIMIENTO  
DE METALES MEDIANTE LA FILTRACION VERTICAL CON PAPEL DE BOLA CALCICA  
Y ASI PODER CONTINUAR CON EL DESARROLLO DE NUESTRA INVESTIGACION ANTES  
MENCIONADA.

FOLLO EXNELSTO:  
PUDO ACCEDER A MI SOLICITUD EN MENCIONADA PARA SU CONCLUMIENTO  
Y COLABORACION.

ATENTAMENTE,

Los Olivos, 01 de Octubre  
del 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Calle Arequipa 1700  
Lima, Perú

17/10/20

73010359

76601660

**Anexo 15. Certificado de análisis de laboratorio – Caracterización de muestra inicial**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : **AMPUERO SANTA CRUZ, NEYSS MICHELL**

Procedencia de muestras : Taller de Mantenimiento de Motores - Lima

Recepción de muestras : Lima, 24 de mayo del 2020

Análisis de Agua – Aceites y grasas

Parámetros físicos y químicos

Muestra	Temperatura °C	Potencial de Hidrógeno (pH) ácido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
PI- TMM	20.1	6.6	2560	108

Muestra	PBI secado a 105°Cx2 horas (gr)	PBR de AyG secado a 105°Cx60 minutos (gr)	Volumen de la muestra (L)	Aceites y Grasas (mg <sub>g</sub> /L)	Oxígeno disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)
ODI-TMM	217.723	217.94	0.1	2170	1.486

Método Winkler, método potenciométrico, método Soxhlet por reflujo

Lima, 18 de junio del 2020

MSc. Atilio Meléndez  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



## Anexo 16. Certificado de análisis de laboratorio - Resultados finales



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

#### Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

#### Laboratorio de Espectrometría

Análisis inicial de agua con aceites y grasas

Solicitado por: Neyss Michell Ampuero Santa Cruz

Procedencia de la Muestra: Taller de Mantenimiento de motores - Ferreyros

Recepción de la Muestra: 25 de setiembre del 2020

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido / base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV
CI-ATMM	20	7.71	2200	40

Código	Sólidos totales mg/L	Sólidos disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
CI-ATMM	4771	4171	600	913

Código	Oxígeno Disuelto $\text{mgO}_2/\text{L}$	Demanda Química de Oxígeno $\text{mgO}_2/\text{L}$	Demanda Bioquímica de Oxígeno $\text{mgO}_2/\text{L}$	Concentración De aceites y grasas $\text{mgAYG}/\text{L}$	$\text{CaCO}_3$ %
CI-ATMM	1.00	4567.2	1.53	30,397	60

Método potenciométrico, Método gravimétrico, Método Standard methods for examination of the water and wast water, Método water analysis- determination of extractables fast and oil in natural, wastewaters and wastewaters treaten and hexano.

Lima, 01 de octubre del 2020

  
MSc. Abilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de las etapas del agua residual con grasas y aceite

Solicitado por: Neys Michell Ampuero Santa Cruz

Procedencia de la Muestra: Taller de Mantenimiento de motores - Ferreyros

Recepción de la Muestra: 20 de Octubre del 2020

PRIMERA ETAPA:

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido / base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV
E1 - 3HTP	23	7.88	4600	49
E1 - 3HF1	23	8.00	4650	62
E1 - 3HAT	23	8.06	4700	63

Código	Sólidos totales mg/L	Sólidos disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos totales mg/L	Turbidez NTU
E1 - 3HTP	4447	4043	404	780
E1 - 3HF1	3905	3708	197	700
E1 - 3HAT	3868	3328	540	690

Código	Oxígeno Disuelto $\text{mgO}_2/\text{L}$	Demanda Química de Oxígeno $\text{mgO}_2/\text{L}$	Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub> $\text{mgO}_2/\text{L}$
E1 - 3HTP	1.19	1409.588	10.8
E1 - 3HTO	2.39	1339.718	22.3
E1 - 3HAT	3.59	1282.03	27.6

Método potenciométrico, Método gravimétrico, Método Standard methods for examination of the water and wast water, Método water analysis- determination of extractables fast and oil in natural, wastewaters and wastewaters treaten and hexano.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Código	Peso del balón inicial gr	Peso del balón final gr	Volumen de la muestra ml	Concentración mg AYG/L
E1 - 3HTP	187.3356	187.9020	100	5664
E1 - 3HF1	187.3356	187.8591	100	5329
E1 - 3HAT	187.3356	187.8180	100	4824.00

### SEGUNDA ETAPA:

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido / base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mV
E2 - 5HTP	21	8.00	5040	51
E2 - 5HF1	21	8.05	5150	63
E2 - 5HAT	21	8.68	5500	68

Código	Sólidos totales mg/L	Sólidos disueltos mg/L	Sólidos Suspendedos totales mg/L	Turbidez NTU
E2 - 5HTP	4280	3765	495	542
E2 - 5HF1	3870	3428	442	425
E2 - 5HAT	3608	3168	442	345

Código	Oxígeno Disuelto $\text{mgO}_2/\text{L}$	Demanda Química de Oxígeno $\text{mgO}_2/\text{L}$	Demanda Bioquímica de Oxígeno $\text{mgO}_2/\text{L}$
E2 - 5HTP	1.917	1378.179	18.9
E2 - 5HTO	2.636	1288.440	28.5
E2 - 5HAT	3.834	1217.925	36.0

Método potenciométrico, Método gravimétrico, Método Standard methods for examination of the water and wast water, Método water analysis- determination of extractables fast and oil in natural, wastewaters and wastewaters treaten and hexano, Método Winkler.

Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Apartado 1301 -Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica  
Laboratorio de Espectrometría

Código	Peso del balón inicial gr	Peso del balón final gr	Volumen de la muestra ml	Concentración mg AYG/L
E2 - 5HTP	201.7136	202.2103	100	4967
E2 - 5HF1	201.7136	202.1521	100	4385
E2 - 5HAT	201.7136	202.0714	100	3578

### TERCERA ETAPA:

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido / base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mV
E3 - 8HTP	20	8.60	5580	45
E3 - 8HF1	20	8.49	5620	44
E3 - 8HAT	20	8.64	5723	48

Código	Sólidos totales mg/L	Sólidos disueltos mg/L	Sólidos Suspendedos totales mg/L	Turbidez NTU
E3 - 8HTP	4125	3556	559	540
E3 - 8HF1	3770	3385	385	402
E3 - 8HAT	3575	3098	477	306

Código	Oxígeno Disuelto $\text{mgO}_2/\text{L}$	Demanda Química de Oxígeno $\text{mgO}_2/\text{L}$	Demanda Bioquímica de Oxígeno $\text{mgO}_2/\text{L}$
E3 - 8HTP	2.396	1346.128	25.4
E3 - 8HTO	3.116	1089.723	35.6
E3 - 8HAT	4.554	961.520	45.6

Método potenciométrico, Método gravimétrico, Método Standard methods for examination of the water and wast water, Método water analysis- determination of extractables fast and oil in natural, wastewaters and wastewaters treated and hexano.

Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Código	Peso del balón inicial gr	Peso del balón final gr	Volumen de la muestra ml	Concentración mg AYGL
E3 - 8HTP	217.8861	218.3756	100	4895
E3 - 8HF1	217.8861	218.2805	100	3944
E3 - 8HAT	217.8861	218.2010	100	3149

Método potenciométrico, Método gravimétrico, Método Standard methods for examination of the water and wast water, Método water analysis- determination of extractables fast and oil in natural, wastewaters and wastewaters tresten and hexano.

Lima, 04 de Noviembre del 2020

MSc. Atilio Rodríguez A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)

**Anexo 17.** Pozo del taller de mantenimiento de motores



Pozo del taller de mantenimiento de motores de una empresa privada.



**Anexo 18. Materiales para la estructura del sistema de filtración**

	
<p>Materiales y estructuras para el sistema de filtración</p>	<p>Baldes (52 L)</p>

**Anexo 19. Imagen del tanque primario**

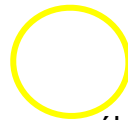

<p>Imagen del interior del tanque primario</p>

<p>Imagen frontal del tanque primario</p>

## Anexo 20. Imagen filtración 1 y 2







## Anexo 21. Filtros de papel de roca cálcica



- Filtros de papel de roca cálcica.
- Filtros ubicados en los filtros verticales, durante el tratamiento.

## Brocas para las aberturas de los filtros de papel de roca cálcica



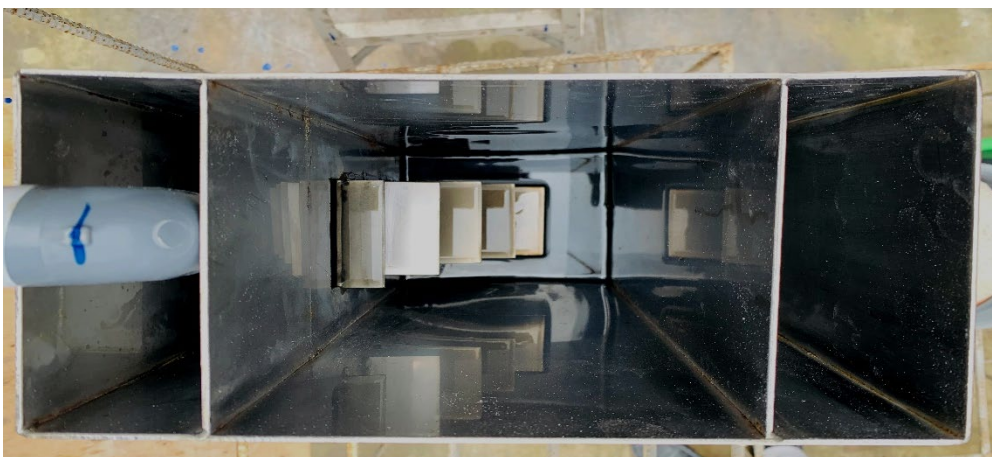
**Anexo 22.** Imagen del tanque de oxidación



Imagen lateral y frontal del tanque de oxidación



Imagen del interior del tanque de oxidación



Tanque de oxidación durante el tratamiento

### Anexo 23. Imagen del sistema de filtración



## Anexo 24. Separación de aceites y grasas en el tanque primario



- Tanque primario.
- Tanque receptor de los aceites y grasas.

**Anexo 25.** Imágenes de la caracterización de aceites y grasas



**Anexo 26.** Imágenes de la caracterización del carbonato de calcio

ETAPAS DE LA CARACTERIZACIÓN DEL CARBONATO DE CALCIO		
1° Muestra de roca caliza	2° Chancado primario	3° Mufla – T° > 900°C
		
4° Pulverizado		
		