



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Bioadsorción aplicando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en la reducción del DBO<sub>5</sub>, DQO, SST y AyG en taller automotriz,  
Callao 2019”**

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

**AUTOR:**

Br. Gutiérrez Muñoz, Carlos Kenneth (ORCID: 0000-0002-3150-7643)

**ASESOR:**

Dr. Jiménez Calderón, Cesar Eduardo (ORCID: 0000-0001-7894-7526)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y gestión de los recursos naturales

**LIMA - PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

A mi madre Doralisa Muñoz Peralta  
que con mucho amor y cariño le dedico  
todo mi esfuerzo y trabajo puesto en la  
realización de este proyecto de tesis.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecer a Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis amigas Viviana Bazán Báez y Lisbet Cristóbal Arzapalo, a mi supervisora Gianina Quiñones Borda y a todo mi equipo de trabajo en Komatsu Mitsui Maquinarias Perú y por último, pero no menos importante a todos aquellos que siempre tuvieron una palabra de aliento para seguir adelante y poder así lograr mis objetivos.

## INDICE

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado .....	iv
Declaración de autenticidad .....	v
INDICE .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. MÉTODO.....	24
2.1 Tipo y diseño de Investigación.....	24
2.2 Cuadro de Operacionalización de variables .....	25
2.3 Población, muestra y muestreo.....	26
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad Técnicas.....	29
2.5 Procedimiento .....	29
III. RESULTADOS .....	49
IV. DISCUSIÓN .....	57
V. CONCLUSIONES .....	59
VI. RECOMENDACIONES .....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
ANEXO N° 01 Matriz de consistencia .....	64
ANEXO N° 02 Prueba T para filtros .....	65
ANEXO N° 03 Mapa de procesos en taller automotriz .....	67
ANEXO N° 04 Diseño para implementación de sistema de bioadsorción .....	68
ANEXO N° 05 Instrumentos y validación de los mismos .....	69
ANEXO N° 06 Resultados de laboratorio.....	72
ANEXO N° 07 Acta de Aprobación de Originalidad de tesis .....	83
ANEXO N° 08 Porcentaje de Turniting.....	84
ANEXO N° 09 Autorización de Publicación de Tesis.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Concentración de Hidrocarburos de Petróleo.....	12
Figura 2: Aceites y grasas en aguas superficiales.....	12
Figura 3: Tratamiento aguas residuales en la antigüedad.....	18
Figura 4: Vertimiento de aguas residuales industriales.....	19
Figura 5: Trujillo, 2019.....	19
Figura 6:Tesis “Carbón activado: Evaluación de nuevos precursores y del proceso de activación con dióxido de carbono”.....	21
Figura 7:Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario.....	22
Figura 8:Toma de muestra de efluente, envasado y rotulación de muestra.....	26
Figura 9:Mapa de Ubicación del Taller Automotriz.....	28
Figura 10:Taller automotriz.....	28
Figura 11:Muestra de agua residual industrial.....	29
Figura 12: Secado y separación de fibra de caña de azúcar.....	30
Figura 13:Peso inicial de fibra de caña de azúcar.....	31
Figura 14:Horneado de fibra de caña de azúcar.....	31
Figura 15:Peso final de fibra de caña de azúcar.....	32
Figura 16: Seccionamiento de fibra de caña de azúcar.....	32
Figura 17: Molido de fibra de caña de azúcar.....	33
Figura 18:Tamizado de fibra de caña de azúcar.....	33
Figura 19: Semilla seccionada de palta Hass.....	35
Figura 20:Horneado de semilla de palta Hass.....	35
Figura 21:Peso inicial de la semilla de palta Hass.....	36
Figura 22: Peso final de la semilla de palta Hass.....	36
Figura 23: Molido de semilla de palta Hass.....	36
Figura 24:Materiales y granulometría.....	37
Figura 25: Preparación de Materiales.....	38
Figura 26:Activación para elaboración de Biochart.....	38
Figura 27: Pesaje de Biochart.....	39
Figura 28: Diseño de biofiltro.....	40
Figura 29:Instalación de sistema de biofiltros.....	41
Figura 30: Composición de biofiltros.....	41
Figura 31:Medición de parámetros físicos.....	42
Figura 32:Medición de Aceites y Grasas.....	43
Figura 33:Medición de SST.....	44
Figura 34:Contraste de resultado inicial con el DS-010-2019-VIVIENDA.....	50
Figura 35:Resultado del filtro 01.....	52
Figura 36: Resultado del filtro 02.....	53
Figura 37: Resultado del filtro 03.....	55
Figura 38: Contraste entre filtros.....	56
Figura 39: Mapa de procesos en taller automotriz.....	67
Figura 40: Diseño para implementación de sistema de bioadsorción.....	68

Figura 41 : Instrumento validado por Dr. César Jiménez Calderón .....	69
Figura 42: Instrumento validado por Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo .....	70
Figura 43: Instrumento validado por Ing. Julio Juan Ordóñez Gálvez.....	71
Figura 44: Caracterización inicial.....	72
Figura 45: Resultados tratamiento N° 1.....	74
Figura 46: Resultados tratamiento N° 2.....	77
Figura 47: Resultados de tratamiento N° 3.....	80
Figura 47: Resultados de tratamiento N° 3.....	80

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de Operacionalización de variables .....	25
Tabla 2: Coordenadas de punto de muestreo .....	27
Tabla 3: Técnicas e instrumentos de muestreo .....	29
Tabla 4: Peso Total de fibra de caña de azúcar.....	34
Tabla 5: Materiales y granulometría.....	37
Tabla 6: Pesos iniciales y finales de biochart de semilla de palta hass.....	39
Tabla 7: Composición de biofiltro.....	40
Tabla 8: Cantaidad de Muestras y Reactivos para varios vasos de Digestion .....	48
Tabla 9: Parámetros fisicoquímicos iniciales .....	49
Tabla 10: Resultados empleando el filtro 01 .....	51
Tabla 11: Resultados empleando el filtro 02 .....	53
Tabla 12: Resultados empleando el filtro 03 .....	54
Tabla 13: Matriz de consistencia .....	64
Tabla 14: Prueba T para filtro 01.....	65
Tabla 15: Prueba T para filtro 02.....	65
Tabla 16: Prueba T para filtro 03.....	66

## RESUMEN

Debido a su versatilidad de uso y a su toxicidad para los distintos ecosistemas, los hidrocarburos son calificados como un peligroso contaminante debido al elevado riesgo que representa al contacto con el medio ambiente. En el sector industrial, específicamente en el rubro de mantenimiento automotriz se utilizan hidrocarburos para actividades como lavado de piezas, motores y componentes, es ahí donde se generan aguas residuales industriales y que en algunos casos estos efluentes son vertidos indiscriminadamente al sistema de alcantarillado sanitario por los talleres automotrices informales. Con el objetivo de aminorar la concentración de la demanda química de oxígeno (DQO), aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y sólidos suspendidos totales (SST), se diseñó un sistema para estimar su remoción utilizando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* como bioadsorbentes.

Durante el proceso de sorción se logró que las aguas residuales industriales tratadas se reduzcan los parámetros de SST a un 68.67 mg/l, DBO<sub>5</sub> a un 115.67 mg/l, DQO a un 232.33 mg/l, AyG a un 59.67 mg/l y la retención ha sido de 37.82 g. y por ende estas aguas tratadas puedan ser vertidas al sistema de alcantarillado sanitario sin exceder los valores máximos admisibles (VMA) dados por el Ministerio de Vivienda.

### **PALABRAS CLAVE:**

Biochart, , *Persea Americana*, DQO, SST, DBO<sub>5</sub>, efluentes, aguas oleosas.



## ABSTRACT

Due to its versatility of use and its toxicity to different ecosystems, hydrocarbons are classified as a dangerous pollutant due to the high risk of contact with the environment. In the industrial sector, specifically in the automotive maintenance sector, hydrocarbons are used for activities such as washing of parts, engines and components, it is there that industrial wastewater is generated and in some cases these effluents are indiscriminately discharged into the sanitary sewer system by Informal automotive workshops. In order to reduce the concentration of chemical oxygen demand (COD), oils and fats, biochemical oxygen demand (BOD<sub>5</sub>) and total suspended solids (SST), a system was designed to estimate its removal using *saccharum officinarum* bagasse and *persecha* american biochart as bioadsorbents.

During the sorption process, the treated industrial wastewater was reduced to the SST parameters to 68.67 mg / l, DBO5 to 115.67 mg / l, DQO to 232.33 mg / l, AyG to 59.67 mg / l retention has been 37.82 g. and therefore these treated waters can be discharged to the sanitary sewer system without exceeding the maximum admissible values (VMA) given by the Ministry of Housing.

### **Keywords:**

Biochart, *Persea Americana*, COD, TSS, BOD<sub>5</sub>, effluents, oily Waters.

## I. INTRODUCCIÓN

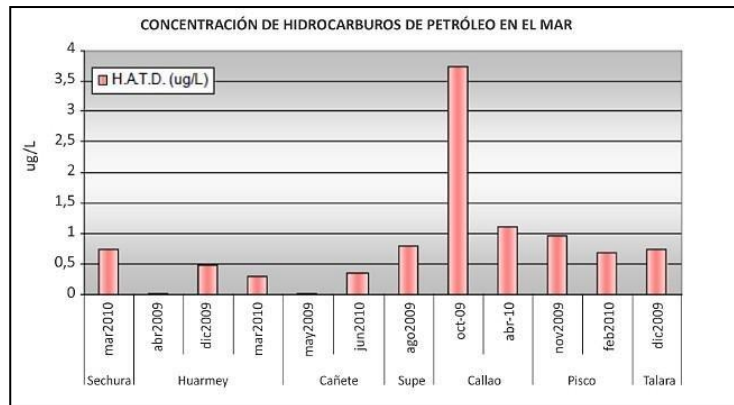
A nivel mundial existen más de 70 mil sustancias conocidas que contaminan el agua. Entre ellas se encuentran los hidrocarburos, los cuales son vertidos por las industrias, por derrames en el mar, así como también en forma de aguas residuales industriales. Se presume que para el año 2025 el volumen de las aguas residuales industriales aumentara al doble (Nations y Programme, 2007). Se presume que la reducción de la calidad del agua se acrecentará en los próximos tiempos y ello aumentará las amenazas al medio ambiente, salud humana y la sostenibilidad (United Nations, 2016). Los principales productos derivados de los hidrocarburos que pueden intoxicar el aire, el suelo y el agua que son: el diesel, crudo, gasoles, gas seco, licuado, grasas, gasolinas, querosenos, asfalto y lubricantes (Ernesto Saval, 2007).

En el Perú las aguas contaminadas son un *problema* muy enraizado. El crecimiento industrial y malas prácticas por parte de empresas inescrupulosas han conllevado a que los lagos, ríos y mares se vuelvan vertedero de diferentes tipos de residuos, por ejemplo, el vertimiento de aguas oleosas. Las aguas oleosas hacen a 3,14TM/MES – 37,68TM/AÑO (MINAM, 2008), debido a esto problema notamos que el nivel de la contaminación en nuestras aguas superficiales aumenta de manera proporcional a la aparición de industrias informales. Debemos resaltar que por ser un elemento de transporte el agua juega un rol muy importante y que su modificación total o parcial en su calidad natural la vuelve impropia para los usos a los que se le consigna. Las aguas residuales industriales y municipales que se vierten al ambiente sin haber realizado algún tipo de tratamiento hacen al 80%, esto da como resultado un daño progresivo en la calidad del agua con impactos perniciosos para los ecosistemas y la salud humana (Wwap, 2017). Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento a nivel nacional solo el 64.82% de las localidades reciben tratamiento aguas residuales (SUNASS, 2015).

En la Provincia Constitucional del Callao se registra de manera significativa descargas de aguas con hidrocarburos al mar, cabe indicar que en este distrito se encuentran ubicados distintos locales dedicados al mantenimiento automotriz, en donde se observa que uno de sus procesos es el lavado de piezas, motores y componentes, es ahí donde se registra una cantidad significativa de agua residual industrial contaminada con hidrocarburos (Figura 01). Así mismo se constata que “Los aceites y grasas en el mar y las playas, (Figura 02) presentaron una concentración máxima en Supe-Paramonga, con 5,4 mg/L seguido del Callao (4,7 mg/L)” (MINAM, 2015). Cabe indicar que estos efluentes no pueden ser vertidos

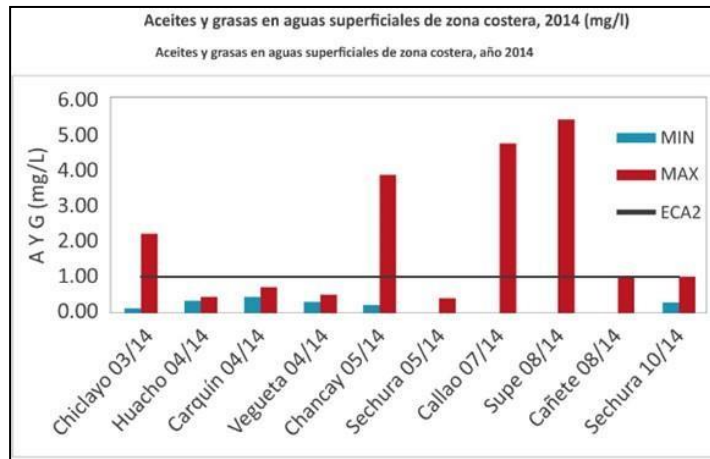
a la red de alcantarillado sanitario debido a la Políticas Ambientales del Perú establecidas en el artículo 13.1 del D.S. N° 010-2019-VIVIENDA, así como también se deben respetar el ECA del Agua D.S. N° 004-2017-MINAM. Sin embargo, el taller automotriz no cumple con todos los compromisos y requisitos legales en materia ambiental, localizando desviaciones en la disposición final de todas sus aguas residuales industriales.

Figura 1: Concentración de Hidrocarburos de Petróleo



Fuente: PRODUCE, Instituto del Mar del Perú (Imarpe)

Figura 2: Aceites y grasas en aguas superficiales



Fuente: PRODUCE, Instituto del Mar del Perú (Imarpe)

Es debido a estos problemas que cada vez se busca nuevas alternativas para remediar la contaminación del agua, es así como encontramos nuevos métodos los cuales buscan utilizar

los diversos residuos que industrias como la azucarera y manufacturera no le dan un segundo uso, nos referimos al bagazo de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) y a la semilla de palta (*Persea Americana*).

El *Saccharum Sfficinarum* habitualmente llamado como caña de azúcar es una planta utilizada por lo general en la elaboración de azúcar granulada y es en este proceso en el cual se genera el residuo del tiene un bajo costo de adquisición y será aprovechado para remediar aguas residuales industriales, además el tamaño de la partícula de 0.3 mm es ideal para una mayor adsorción e incrementa la capacidad de bioadsorción de los diferentes contaminantes (Castillo, 2015). El tamaño de la partícula es importante en la retención de aceites y grasas, el bagazo presenta una estructura muy compleja en su red de fibras las cuales ayudan así a la fijación del petróleo y convenientemente en una solución para los derrames de crudo (Esperanza y Velandia, 2017).

El bagazo es un biomaterial sorbente en la depuración de aguas oleosas las cuales han sido contaminadas con hidrocarburos (Mas, 2014), otros trabajos muestran como la el bagazo de caña de azúcar puede remediar aguas residuales en la industria de lácteos y mejorar el nivel de DBO<sub>5</sub>, DQO, y aceites y grasas (Gao y Zare, 2017). Además, que el bagazo no solamente se emplea para remediar aguas no domesticas sino también sirve para remoción de hidrocarburos en suelos contaminados (Rodríguez Magda, 2017) es por ello que se demuestra en estos estudios que el bagazo de *Saccharum Officinarum* reduce significativamente el cadmio en el suelo (Ricardo Legña, 2018).

También existen diversos métodos de uso debido a que es un material muy versátil y se logra obtener resultados favorables como en la aplicación de columnas empacadas de azúcar previamente hidrofobadas para la obtención de eficiencia de remoción de hidrocarburos (querosén, diésel y heptano) superiores al 90% (POYER et al., 2015) así como también se puede lograr un 65% de remoción de los Hidrocarburos totales (HCT) presentes en la fase de agua oleosa lo cual reduce el carácter peligroso y toxico y se minimiza los impactos ambientales (Martínez Nodal et al., 2016).

Así mismo en otras investigaciones se demuestra otra característica importante del residuo de caña de azúcar, que es la de bioadsorción de metales pesados. Podemos observar que el *Saccharum Officinarum* no solamente reduce las concentraciones de hidrocarburos sino

también de metales pesados, como el plomo y cadmio (Vera L., Uguña C., García M.N., Flores M., 2016), cabe mencionar que existen diversas biomásas que logran reducir la concentración de metales como el Ni y Pb pero el bagazo de *Saccharum Officinarum* posee una mayor capacidad de remoción (Quiñones et al., 2013); así como nos mencionan en el artículo referido al “uso de materiales de origen biológico para la adsorción de los metales pesados de aguas residuales”, donde se define la bioadsorción como una opción muy eficiente para el tratamiento de aguas de tipo residual, ello gracias a los bajos costos que generan su mantenimiento e implementación en comparativa con los diferentes métodos convencionales que tienen como fin separar los metales en efluentes acuosos (Tejada C., Villabona O y Garcés L., 2014).

En contraste otro estudio sobre el proceso de adsorción de hidrocarburos provenientes de petróleo en una columna de lecho fijo, recubierta por gránulos de bagazo de *Saccharum Officinarum*, realizado bajo un modelo multifactorial se tomó en cuenta la concentración del contaminante al inicio, el caudal, la altura y el tiempo de tratamiento, finalmente se registró una remoción del contaminante (hidrocarburos) mayor al 90%, lo cual indica factibilidad al bagazo de caña como lecho adsorbente (Rincones F., Marfasi S., Dangland F. y Salazar V., 2015); prosiguiendo con las investigaciones realizadas al bagazo de caña de azúcar tenemos el artículo publicado en la revista Centro Azúcar, donde se trabajó a partir de un diagnóstico ambiental realizado en el proceso de centrifugación del combustible empleado como materia prima para generar energía eléctrica (CE) para lo cual emplean diesel además de haber realizado la caracterización físico-química de las aguas oleosas (ARO) que resultan de sus procesos, la concentración inicial de la muestra fue de 144.9 mg/L, obteniendo finalmente como eficiencia del subproducto de caña de azúcar como material sorbente de hidrocarburos, obteniendo una remoción de 65% de hidrocarburos totales (Martinez P., Dominguez E., Rodríguez I., Leiva J. y Pérez M., 2016);

Por otro lado en un trabajo de investigación se preparó carbón activado de *Persea Americana* para medir sus proporción de adsorción del azul de metileno, comprobando que los mejores resultados de absorción se registraron con un carbón activado sometido a 700 °C logrando así adsorber un 90.30%, a diferencia de le carbón activado sometido a 300°C de temperatura la cual logró un porcentaje de 81.26%. (Casamayor V., 2018); la semilla de aguacate ya dejó de ser un residuo para las grandes industrias que solo emplean la pulpa, ello debido a su gran

capacidad de adsorción que presenta tal es el caso que se demuestra en el artículo titulado “Desluorización del agua con adsorbentes a base de aguacate: síntesis, caracterización fisicoquímica y estudios termodinámicos”, en donde la carbonización de las semillas de aguacate a 700°C por un tiempo de 2 horas resulto ser el mejor camino para la generación de adsorbentes de fluoruro, en conclusión el estudio apertura nuevos conocimientos para la elaboración de adsorbentes adecuados para la eliminación de fluoruro presente en el agua empleando una materia prima lignocelulósica convencionales provenientes de residuos agroindustriales como lo es el caso de la semilla de *Persea Americana* (Salomón M., Reynel H., Mendoza D., Bonilla A., Duran C., 2018); para la preparación de carbón activado de semilla de *Persea Americana*, donde se define el carbón activado como un material poroso adsorbente que puede ser empleado para la purificación de gases, por lo cual el autor compara tres tipos de agentes de activación que fueron el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> y H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, donde las semillas fueron carbonizadas a una temperatura de 255 °C y se activaron con los tres tipos de agentes por separado a una temperatura de 600°C, finalmente después de someter la muestra a diversas pruebas se llegó a la conclusión que el mejor agente activador para la elaboración de carbono en las semillas de aguacate fue el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Moses O., Monday C. y Ukoha E., 2017)

En el caso de tratamiento de agua de río empleando biofiltros, donde se tuvo como principal objeto medir la capacidad de biofiltración con arena de cuarzo donde se buscó terminar con los SST, turbidez, MO y amonio en la muestra de agua contaminada extraída del río, de esta manera poder realizar un modelo empírico con el material empleado en este biofiltro para que pueda ser empleado en tratamiento de agua de río contaminada, para ello en un conjunto de experimentos realizados donde evaluamos los efectos de la retención hidráulica, tiempo de rendimientos del biofiltro para la erradicación de los contaminantes presentes, logrando una eficiencia en eliminación de compuestos orgánicos totales, amonio y el total de sólidos suspendidos fue de 78%, 82% y 91% (Suprihatin S., Cahyaputri B., Romli M. y Yani M., 2016); de igual manera en la ciudad de Al-Nasiriyah en Irak, se buscó reducir emisiones nocivas y a la vez desagradables que se producían en los sistemas de tratamientos de aguas del tipo residual provenientes de dicha ciudad ocasionadas por gases como el sulfuro de hidrogeno y el gas amoniaco, los cuales producen daños a los pobladores que habitan las zonas aledañas, el filtro para que se diseñó para esta investigación tuvo una eficiencia de 98% (Hadi A., 2018); para el tratamiento de eliminación de nitrógeno , fosforo y coliformes

fecales el uso de biofiltros a base de bioarena donde la técnica fue eficaz tanto en campo como en laboratorio para el tratamiento de efluentes de fosas sépticas (Thomson A., 2014); en el caso de las aguas pluviales se emplean biofiltros con el fin de reducir la concentración de contaminantes, atenuar el volumen del flujo y en nivel de escorrentía, sin embargo el uso de biofiltros para este tipo de tratamientos no ha tenido muy buenos resultados, por consiguiente sigue siendo una técnica inadecuada, es por ello que se empleó el biochar que viene siendo una opción prometedora para disminuir la carga microbiológica es por ello que se puso a prueba un biofiltro de arena y otro con biochar la diferencia, ambos fueron puestos a prueba por 60 semanas y al cabo de 31 semanas se evidencio que el biofiltro de biochar tuvo una reducción considerable de *Echerichia Coli*, *esterococos* y *Colífago* específico masculino (F+) a comparación del biofiltro de arena que no demostró eficiencia significativa; para el caso de aguas de uso doméstico, se planteó la instalación de filtros en los tanques de reserva en donde los habitantes notaron grandes cambio después de aplicar la técnica una que el agua no solo mejoro los aspectos físicos sino porque se eliminaron el olor fuerte y dureza, además que los microorganismos que se erradicaron a cero (Kraner B., Afroz N., Fitzgerald N. y Boehm A., 2019); en el caso de fosfatos, sulfatos y nitratos los cuales fueron removidos de aguas potenciadas con un biochar elaborado a base de bagazo de caña, los resultados demostraron un gran poder de adsorción este biochar para la eliminación de nitratos y fosfatos de la solución acuosa, para que el biofiltro tenga buenos resultados dependió mucho de la superficie de este tal como es su área superficial y carga superficial presente (Cantos y Castañeda, 2018)

La producción de biochar empleando biomasa residual obtenida en diversos procesos agroindustriales representa una buena alternativa para minimizar los impactos por residuos en el medio ambiente así como nos detallan en el artículo científico titulado “Biochar production as an alternative for energetic valorization or residual biomass generated in the Ecuadorian agroindustrial sector: a participative approach”, donde se presentó información tanto teórica como experimental del desarrollo de la primera planta piloto de producción de biochar que se realizó en Ecuador, teniendo en cuenta que este proyecto no empleó ningún tipo de fuente de energía externa para suministrar al sistema para producción de energía térmica de la carbonización (Herdia A. y Tarelho L., 2018); además en el estudio titulado “Biochar, a guide to analytical methods”, nos informa acerca del gran interés de diversos autores sobre el biochar que fueron teniendo los científicos e investigadores que buscaban alternativas innovadoras sobre tratamientos de suelo, agua, minería, microbiología, etc., todo ello a favor del medio ambiente, pero para lograr un efecto beneficiosos del biochar es muy

importante conocer las propiedades físicas, estructurales y superficiales que tiene el biochar, actualmente los estudios sobre biochar no están del todo establecidos por consiguiente resulta muy difícil poder elegir el biochar adecuado para el fin establecido por el investigador y a ello sumamos los procedimientos erróneos que se le han atribuido lo cual nos ha dado resultados inexactos (Singh B., Campos M., Lehmann J., 2017); para profundizar más sobre los diversos residuos agroindustriales que se pueden emplear para la fabricación de biochar se presentó la propuesta titulada “Son Keun Soo Submits Patent Application for Bio-Carbon Producing Method and Bios-Carbon Polymer Composite”, donde gracias a la oficina de propiedad intelectual Coreana se publicó un método para producir biochar obtenido por molienda ultra fina empleando materiales como madera, liño, yute, fibra de coco, cascara de piña, bambú, cascara de arroz, aserrín y té verde, todos ellos fueron pulverizados a 100 nm o menos de 20-50 horas con revoluciones de 100-200 rpm (Global IP News.Plastics Patent News, 2015); como otra alternativa tenemos la utilización de residuos orgánicos para la elaboración de Biochar, donde después de una evaluación se llegó a la conclusión que el 60% de los residuos sólidos son considerados orgánicos, por lo cual represento un biorecurso potencial para ser transformado a biochar, para ello se realizó el biochar bajo el método de pirolisis a una temperatura de 550-660 °C, el filtro que se construyo estaba constituido por una capa de biochar, una capa de arena fina, una capa de arena gruesa y por ultimo una capa de piedras de rio, la mejor eficiencia alcanzada para la remoción de materia orgánica fue de 75% en remoción de DBO<sub>5</sub>, 71% en DQO (Ramírez I., 2019).

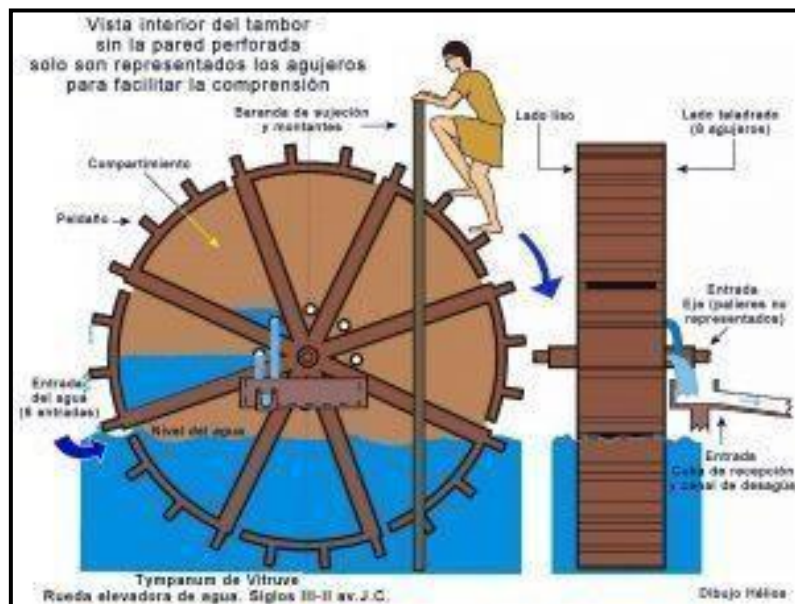
### **Historia y Evolución del tratamiento de aguas residuales**

A lo largo de nuestra historia ha quedado demostrado que desde civilizaciones muy remotas la importancia del agua era vital para asegurar la sobrevivencia de las especies, es por ello que las etnias se establecían geográficamente en zonas donde este recurso era abundante (Figura 3). El riego, consumo y comunicación son las necesidades que se cubrían y se siguen cubriendo con el agua, es por esto que una de las inquietudes más importantes del hombre en la historia siempre ha sido proporcionar agua de alta pureza y lo más limpia posible. En la antigüedad se buscaba mejorar las cualidades estéticas del agua, como prueba que de la historia del tratamiento del agua surge desde épocas muy remotas tenemos unos conductos y acueductos encontrados en Siria y Babilonia empleados para distribuir el agua a las viviendas desde las fuentes donde eran tratadas. Hoy en día casi todo el desarrollo de la humanidad gira en torno al agua así como lo fue hace miles de años por lo cual todo lo que se inventó y fue llevado a la práctica por nuestras antiguas civilizaciones son de suma



importancia y como evidencia tenemos que seguimos empleando diversas técnicas en la actualidad. A finales del siglo XIX comenzaron a emplearse los avances en microbiología para remediar las aguas residuales y en 1914 los ingenieros William T. Lockett y Edward Arden, hallaron los fangos activos, los cuales son sistemas de tratamiento biológico para la depuración de la contaminación que presentan carga orgánica de aguas no domésticas tanto domésticas como industriales y que todavía usamos en las actuales depuradoras (Gabriela Moeller Ana Cecilia Tomasini Ortiz, 2007)

Figura 3: Tratamiento aguas residuales en la antigüedad



Fuente: Descalcificador 2018.

## Aguas Residuales

Las aguas residuales “Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado” (OEFA, 2010). Dicho de otro modo, las aguas residuales, son clasificados como un residuo, debido a que no son aptas para el consumo del hombre, ni para la ingesta de otro tipo de especie ni para el regadío de plantas, ya que ha sufrido alteraciones en su estado natural, por ende, si este residuo es usado sin ningún tipo de tratamiento generara perturbaciones al receptor (Figura 4)

*Figura 4: Vertimiento de aguas residuales industriales*



Fuente: Trujillo, 2019

En el **vertimiento del agua residual** el estado expresa a base de la capacidad de carga de los cuerpos receptores, un permiso previo para que el vertimiento de los efluentes residuales domésticas e industriales, generada por personas naturales o jurídicas, pero el vertimiento no debe causar daño a la calidad del agua del cuerpo receptor, ni se perturbe su reutilización para otros usos, según la ECA correspondientes y normas legales vigentes” (LEY N° 28611.- Ley General Del Ambiente y D.S. N° 010-2019-VIVIENDA).

El **agua tratada** es el proceso que se le efectúa a las aguas residuales domésticas o industriales. Este líquido está contaminado con diversas sustancias dependiendo de su origen es por ello que se realiza un tratamiento el cual busca mejorar las concentraciones que presentan en el agua a fin de cumplir con los VMA así como también el ECA del agua

*Figura 5: Trujillo, 2019*



Fuente: Andina, 2018

La **Demanda Química de Oxígeno (DQO)** es una cuantificación química, la cual simboliza una parte de toda la carga inorgánica y orgánica que se encuentra suspendida y/odisolución que puede ser químicamente oxidada, por la acción de agentes oxidantes, bajo situaciones

ácidas y se mide como miligramos de “oxígeno” equivalentes a la fracción orgánica disuelta y/o suspendida por litro de disolución agua residual (Ramírez-burgos et al., 2008).

Los **aceites y grasas** son los residuales líquidos oleosos el tratamiento primario se realiza para reducir o retirar hidrocarburos, aceites, grasas, lodos petrolizados y metales pesados disueltos que las aguas residuales generadas por grandes industrias. Al respecto (Zarol, 2000) exponen que las técnicas físicas más utilizadas para el tratamiento de los efluentes oleosos son: separación por gravedad (flotación), filtración y adsorción, pero no son viables en el caso de pequeñas industrias, talleres de transporte, etc., donde son más factibles los métodos de sedimentación, decantación, separación por gravedad u otros más sencillos y menos costosos.

La **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)** es la cuantía de oxígeno que las bacterias (aeróbicas o anaeróbicas) hongos y plancton, microorganismos emplean en la degradación de materia orgánica en la muestra y su unidad esta en mg / l en un plazo de 5 días.

La **adsorción** es un tratamiento físico que normalmente es la primera parte en un tratamiento general. Los más comunes son por: separación por gravedad, filtración, evaporación. Este proceso involucra el traspaso de una sustancia de una fase a otra. La adsorción es diferente a la de absorción, en este proceso la sustancia la cual es transferida de una fase a una segunda fase para formar una disolución. Además, la palabra ‘sorción’ abarca ambos procesos. Una característica del adsorbente es su alta porosidad, los poros de menor tamaño dan lugar a que la superficie interior del adsorbente sea mayor que la exterior (Florido, 2007). El proceso de adsorción es muy empleado para reducir los contaminante inorgánicos y orgánicos del aire y agua.

La **Semilla de *Persea Americana*** son empleados para la elaboración de carbón activo para tratar aguas contaminadas, con el propósito de evadir la acumulación de residuos orgánicos (Alsina y Castells, 2011)

El **bagazo de caña** proviene de la familia de las gramíneas, tiene tallo leñoso, llega a medir dos metros de altura, posee hojas largas y flores con forma de pirámide. Además, que el tallo está repleto de un tejido el cual es dulce y esponjoso donde se extrae el azúcar. El bagazo se obtiene después de la extracción del juego de la caña por medios mecánicos o manuales, este es el residuo que por lo general es segregado sin darle así un segundo uso.

La **disposición final de residuos** según LEY N° 27314 y el D.L. N°1278 se debe tener en

cuenta el emplear medidas de para minimizar los residuos sólidos en todo el proceso de vida de los bienes y servicios, aplicando así una reducción de los volúmenes de generación.

El **biochart** es llamado también carbón activado o biocarbón este material es muy sólido y rico en carbón, posee grano poroso y fino parecido al carbón. Es elaborado por la desintegración térmica de bio-masa en temperaturas por encima de 1.000 °C y en un ambiente controlado sin oxígeno (Lehmann y Joseph, 2015). Algunas de las materias primas utilizadas para la producción de carbones activados son el aguacate entre otros huesos de semilla (Figura 6).

Figura 6: Tesis “Carbón activado: Evaluación de nuevos precursores y del proceso de activación con dióxido de carbono”

Residuos industria agroalimentaria	
Huesos de frutas	Aceituna, aguacate, albaricoque, cereza, ciruela, dátíl, mango, melocotón
Cáscaras de frutos secos	Almendra, avellana, coco, nueces, pistacho,
Cáscaras blandas	Aguacate, granada, naranja, platano, yuca, maíz, sandía.
Semillas	Naranja, guayaba, palma, colza
Cascarilla de semillas	Arroz, trigo, avena, cacahuete, café,
Pasta de procesado	Linaza, mosto del vinagre, pulpa de manzana, aceite, café...
Fibras	Coco, palma, platano, yute
Residuos sector agrícola y de la madera	
Tallos y hojas	Paja de cereales (trigo), girasol, algodón, cáñamo, esparto, bambú, bagazo de caña, maíz, tabaco, vid, kenaf, yute, té
Madera	Cortezas de árboles y/o serrín (eucalipto, abeto, pino, encina, olivo, acacias, palma...)
Residuos industriales y municipales.	
Residuos de materiales procedentes de compuestos organicos	Plásticos (PVC, PET), neumáticos, breas, papel, cartón, residuos de la industria de la celulosa, del encurtido de pieles, industria textil.
Residuos inorgánicos	Lodos de depuradoras, lodos industrias siderúrgicas, cenizas volantes, carbón mineral.

Fuente: Recobert, 2015

Los Valores Máximos Admisibles (VMA) es el Valor que toma la concentración de sustancias químicas y/o físicas, que caracterizan a un efluente que no es doméstico y que se va a descargar al alcantarillado sanitario. (Figura N° 7).

Figura 7: Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

PARAMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS
			AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	DBO <sub>5</sub>	500
Demanda Química de Oxígeno(DQO)	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.010-2019-VIVIENDA

Es debido a la cantidad de autos en el parque automotor, cada día surgen más talleres automotrices los cuales brindan los servicios de mantenimiento a estas unidades pero de manera informal, siendo el **problema general** la generación de aguas residuales industriales que se obtiene en sus operaciones las cuales son vertidas en el suelo o más comúnmente en el sistema de alcantarillado sanitario sin ser tratadas, es por ello que surge la pregunta en base al problema general **PG**: ¿Cuál es la eficiencia en la remoción de DBO<sub>5</sub>, DQO, AyG y SST en agua residual industrial empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en taller automotriz, Callao – 2019? y nuevamente surgen las interrogantes a los problemas específicos **PE1**: ¿Cuánto será la reducción de DBO<sub>5</sub> empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial?, **PE2**: ¿Cuánto será la reducción de DQO empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial?, **PE3**:¿Cuánto será la reducción de AyG empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial? y **PE4**: ¿Cuánto será la reducción de SST empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial?

El presente trabajo de investigación presenta la **Justificación del estudio**, las cuales se consideraron por la conveniencia, la relevancia social, económica y ambiental:

La Justificación por **conveniencia**, se tuvo en cuenta la bioadsorción de Hidrocarburos en agua residual Industrial con Bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana*, ya que con la búsqueda de nuevas alternativas para tratamiento de aguas con altos contenidos de tóxicos, todas las atenciones se han dirigido hacia la bioadsorción (Uguña L., Garcia N., Flores M., Vazquez V., 2014).

En la **relevancia social**, la principal razón de tratar aguas residuales es para proteger la salud

pública, si dichas aguas son vertidas directamente a diversas fuentes de agua, es demasiado probable que se produzcan enfermedades de salud pública

Asimismo, en la **relevancia económica**, la bioadsorción de Hidrocarburos en agua residual Industrial con Bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochar de *Persea Americana* presenta como principal ventaja su eficiencia en el tratamiento de aguas residuales, el poco tiempo que necesita el tratamiento y el bajo costo que demanda a comparación de otros tratamientos más costosos.

Del mismo modo en la **relevancia ambiental**, al no tratar las aguas residuales industriales y ser vertidas directamente a los ríos, lagos o mares, es más que evidente que al hacer contacto con dichas fuentes van a introducir elementos contaminantes que finalmente terminaran ocasionando daños ecológicos en el ámbito ambiental.

Se tiene como **hipótesis general** que el bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* es eficiente para el tratamiento de aguas industriales residuales de taller automotriz, Callao – 2019. A su vez tenemos **hipótesis específicas H1:** Se puede determinar la reducción de DBO<sub>5</sub> empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial; **H2:** Se puede determinar la reducción de DQO empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial; **H3:** Se puede determinar la reducción de AyG empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial y H4: Se puede determinar la reducción de SST empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial.

Finalmente se cuenta con un **objetivo general** de determinar la eficiencia de remoción del bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* para el tratamiento de aguas industriales residuales de taller automotriz, Callao – 2019. así como también con objetivos específico **O1:** Determinar la reducción de DBO<sub>5</sub> empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial; **O2:** Determinar la reducción de DQO empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial; **O3:** Determinar la reducción de AyG empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial y **O4:** Determinar la reducción de SST empleando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochart de *Persea Americana* en agua residual industrial.

## II. MÉTODO

En la investigación realizada se ha aplicado con un enfoque cuantitativo, debido a que se tomaron datos como DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, AyG, turbidez, pH, etc.; los cuales se cuantificaron y fueron contrastados con las hipótesis planteadas previamente y se obtuvieron sus respectivas conclusiones.

### 2.1 Tipo y diseño de Investigación

El diseño de la investigación es experimental, en un nivel pre-experimental, ya que se manipula dos variables independientes para observar los cambios en la variable dependiente. Distintos estudios han demostrado la posibilidad técnica de aplicación de las del bagazo de *Saccharum Officinarum* para la limpieza de agua aceitosa empleando columnas de lecho fijo para la adsorción, con ventajas agregadas respecto a demás procesos de tratamiento para el refinado de aguas (Rincones PoyeR et al., 2015).

La investigación se efectúa con pre prueba y post-prueba. Es por ello que se tomara una muestra de agua residual industrial a la cual se le aplicara una pre prueba con el fin de realizar una caracterización fisicoquímica y saber los resultados antes del tratamiento, posteriormente se realizara uso de la técnica de absorción (variable independiente) y se realizara una medición para tener conocimiento de los resultados (pos prueba). Al finalizar el trabajo se hará un comparativo con el grupo que se tomó al inicio del trabajo y sabremos la influencia de nuestra variable independiente con respecto a la variable dependiente.

## 2.2 Cuadro de Operacionalización de variables

Tabla 1: Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
<b>Variable Independiente</b>  Bioadsorción del Bagazo de <i>Saccharum Officinarum</i> y Biochart de <i>Persea Americana</i>	La bioadsorción es un sistema de tratamiento biológico está basada en la propiedad de ciertos tipos de biomasas, las cuales acumulan contaminantes. (Vera, 2015)	Para determinar la eficiencia de reducción del Bagazo de <i>Saccharum Officinarum</i> y Biochart de <i>Persea Americana</i> en el tratamiento de agua residual industrial del taller automotriz – Callao	Caracterización de Bagazo de Caña de azúcar y Biochart de palta	Peso	g
			Granulometría	mm	
			Eficiencia por parámetro	$\frac{P \text{ final} - P \text{ inicial}}{P \text{ final}} \times 100$	%
<b>Variable Dependiente</b>  Agua residual industrial tratada	Es el proceso que se le efectúa a las aguas residuales domesticas o industriales. Este líquido está contaminado con diversas sustancias dependiendo de su origen es por ello que se realiza un tratamiento el cual busca mejorar las concentraciones que presentan en el agua a fin de cumplir con los valores máximos admisibles, así como también con los estándares de calidad del agua. (OEFA, 2014)	Para determinar las características del agua contaminada antes y después. Además, se evaluarán los parámetros físicos y químicos antes y después del tratamiento en el taller automotriz – Callao	Propiedades Físico-Químicas (Antes y Después)	DBO <sub>5</sub>	mg/L
				OD	mg/L
				Aceites y grasas	mg/L
				pH	Unidad pH
				DQO	mg/L
				SST	mg/L
				Conductividad Eléctrica	uS/cm
				Temperatura	°C

Fuente: Elaboración Propia, 2019



## 2.3 Población, muestra y muestreo

### ✓ Población:

La población del presente trabajo de investigación son las aguas residuales industriales provenientes del taller automotriz en La Urb. Aeropuerto del Callao - 2019.

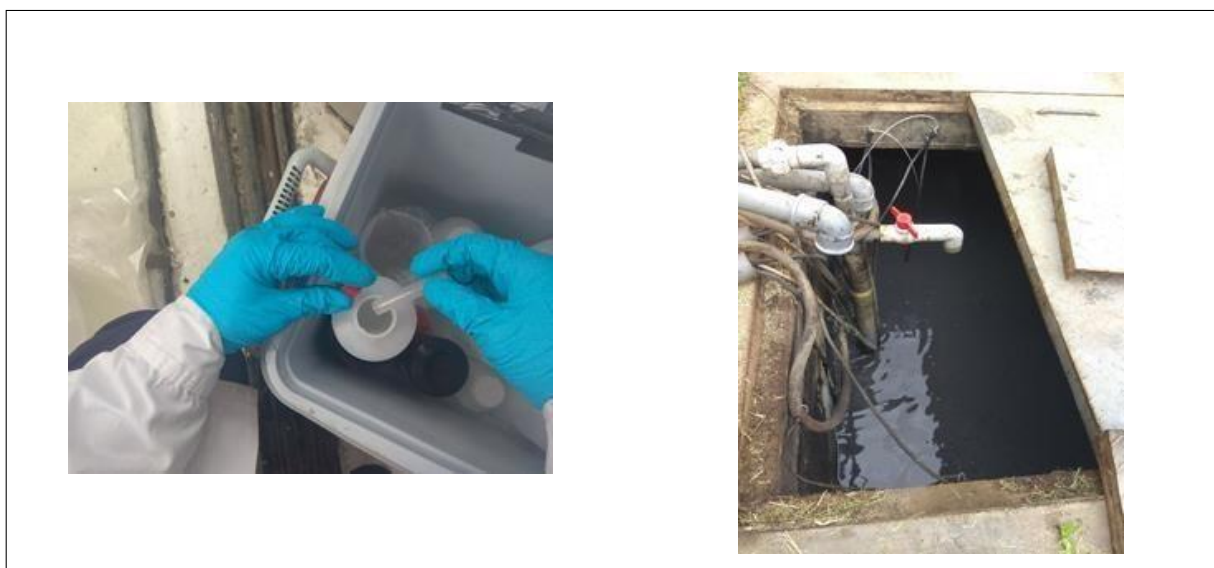
### ✓ Muestra:

Para llevar a cabo los exámenes en el laboratorio es necesario obtener una muestra aleatoria que sea representativa del de lavado de taller automotriz – Callao.

La muestra se obtiene por medio de envases limpios de boca ancha, los cuales se introducen a 20cm de profundidad antes deben ser enjuagados con la misma agua de muestreo un mínimo de tres veces, la cantidad será de 3 litros en envases de 1 L y dos galoneras de 4 Galones. (Figura 8)

Efluente: Pozo de agua residual con capacidad de 0.8 m<sup>3</sup>, proveniente del área de lavado.

*Figura 8: Toma de muestra de efluente, envasado y rotulación de muestra.*



Fuente: Elaboración propia

Los parámetros evaluados únicamente fueron el de temperatura y pH los cuales se tomaron in situ, los cuales se registraron en una ficha de datos de campo, así como la ubicación del punto de muestreo y los parámetros que se evaluaron con repeticiones en el laboratorio de suelos

de la UCV, dichos parámetros fueron primordialmente los de DBO<sub>5</sub>, OD, AyG, DQO, SST, Conductibilidad, turbidez, pH y temperatura (°C) completados en el Instrumento de Recolección de Datos N° 01.

La muestra es no probabilística ya que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las causas relacionadas con las características de la investigación (Rincones Poye R et al., 2015).

✓ **Muestreo**

La toma de muestra se ejecutó, según lo señalado en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales y la muestra se tomó en un solo punto de acopio. Para precisar la ubicación del punto de muestreo se emplea un GPS, el cual brinda según el sistema WGS84 la información de las coordenadas UTM, en la tabla N° 02 se muestra los puntos de monitoreo.

Fecha de toma de muestra: 24/10/2019

*Tabla 2: Coordenadas de punto de muestreo*

<b>Coordenadas UTM</b>	<b>P1</b>
UTM ESTE X	770979.48
UTM NORTE Y	1203053.59

Fuente: Elaboración Propia, 2019

✓ **Ubicación del área de estudio**

Posteriormente se muestra el mapa de ubicación del taller automotriz (Figura 10) así como también una imagen del taller automotriz (Figura 10).

*Figura 9: Mapa de Ubicación del Taller Automotriz*



Fuente Google maps (12°03'53.59"S - 77°09'79.48"W)

*Figura 10: Taller automotriz*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

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

Tabla 3: Técnicas e instrumentos de muestreo

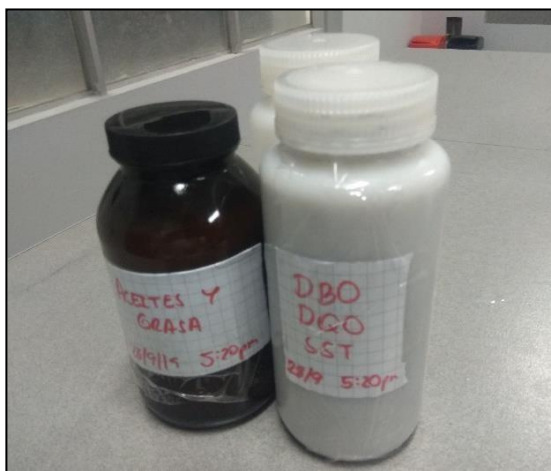
ETAPA	FUENTE	TECNICA	INSTRUMENTO
Toma de muestras en el Taller Automotriz - Callao 2019	Protocolo Nacional para el Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales	Experimental	Cadena de Custodia
Elaboración de Biofiltros a se <i>Saccharum Officinarum</i> y <i>Persea Americana</i>	Antecedentes	Experimental	Revisión bibliográfica
Remoción de contaminantes del agua residual industrial de Taller Automotriz	Laboratorio UCV	Experimental y Observación	Instrumento de Recolección de Datos N° 01
Procesamiento y análisis de resultados	Investigador	Análisis de datos obtenidos	Excel y T de student

Fuente: Elaboración Propia, 2019

## 2.5 Procedimiento

Los procedimientos para el análisis se desarrollaron en el laboratorio de Suelos de la UCV Norte, en compañía de personal perito y las muestras fueron etiquetadas (Figura 11)

Figura 11: Muestra de agua residual industrial



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Para la elaboración del filtro a base de *Saccharum Officinarum* se tuvo que recolectar la materia prima proveniente de un comercio local, el cual no le daba un segundo uso al bagazo de caña de azúcar.

Por esta razón se pudo obtener el bagazo sin la necesidad de tener que incurrir en costos por materia prima.

Materiales, equipos y procedimiento para elaboración de material filtrante a base de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*).

✓ **MATERIALES:**

- 03 kilos de bagazo de caña de azúcar 01 Tamiz N°10
- 01 Tamiz N°20
- 01 Equipo de molienda 01 Balanza
- 01 Horno

Se recolecta el bagazo de caña de azúcar y se deja secar por un lapso de 24 horas a temperatura ambiente con la finalidad de separar la dermis de la parte fibrosa de la caña y así evitar que existan impurezas al momento de iniciar la elaboración del filtro (Figura 12).

*Figura 12: Secado y separación de fibra de caña de azúcar*



*Fuente: Elaboración Propia, 2019*

La fibra de caña de azúcar se pesa para luego ser llevado al horno durante 1 hora a una temperatura constante de 80 °C una vez que la fibra sale del horno se deja reposar y se vuelve a pesar a fin de constatar el peso final del producto (Figura 13 y 14)

El peso inicial de la fibra de caña de azúcar es de 215 g y su peso final después de haber salido del horno es de 150 g (ver figura N° 15)

*Figura 13: Peso inicial de fibra de caña de azúcar*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

*Figura 14: Horneado de fibra de caña de azúcar*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

*Figura 15: Peso final de fibra de caña de azúcar*



e:

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Se procede a seccionar las fibras de caña de azúcar para luego molerlo y posteriormente ser llevado al laboratorio a fin de realizar el proceso de granulado (Figura 16 y 17).

*Figura 16: Seccionamiento de fibra de caña de azúcar*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

*Figura 17: Molido de fibra de caña de azúcar*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Se realizó la granulometría de la caña de azúcar, empleando la norma ASTM- 422 para análisis granulométrico; es por ello que el bagazo fue tamizado por dos mallas distinta N° 20 que equivale a 0.85 mm y N° 10 que equivale a 2.00 mm de diámetro, para obtener una granulometría menor a 2.00 mm pero mayor 0.85 mm y ser empleado como material filtrante (Figura 18).

*Figura 18: Tamizado de fibra de caña de azúcar*



Fuente: Elaboración Propia, 2019



El peso obtenido de granulometría 2.00 mm – 0.85 mm que se empleara como medio filtrante a base de *saccharum officinarum* se registra en la Tabla N° 4 Peso Total de fibra de caña de azúcar.

Tabla 4: Peso Total de fibra de caña de azúcar

N°	DESCRIPCION	PESO TOTAL INICIAL	PESO TOTAL FINAL	PESO TOTAL (2.00 mm – 0.85 mm)
1	Bagazo de Caña de Azúcar	3000 g	2093 g	879 g

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Para la elaboración del filtro a base de *Persea Americana* se tuvo que recolectar la materia prima proveniente de un comercio local, el cual no le daba un segundo uso a la semilla de palta Hass. Por esta razón se pudo obtener la semilla sin la necesidad de tener que incurrir en costos por materia prima.

Materiales, equipos y procedimiento para elaboración de material filtrante a base de semilla de Palta (*Persea Americana*).

✓ **MATERIALES:**

- 1.2 kg. de semilla de palta Hass
- 01 Tamiz N°10
- 01 Tamiz N°20
- 01 Tamiz N°40
- 01 Tamiz N°60
- 01 Molino de granos
- 01 Balanza
- 01 Horno
- 01 Mufla
- 03 Morteros

Se recolecta la semilla de palta Hass, se lava y se deja secar por un lapso de 1 hora a temperatura ambiente para luego proceder a seccionarlo (Figura 19).

*Figura 19: Semilla seccionada de palta Hass*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

La semilla de palta Hass se pesa para luego ser llevado al horno durante 72 horas a una temperatura constante de 100 °C una vez que la semilla sale del horno se deja reposar y se vuelve a pesar a fin de constatar el peso final del producto.

El peso inicial de la semilla de palta Hass es de 1095 g (Figura 20) y su peso final después de haber salido del horno es de 882 g (Figura 21).

*Figura 20: Horneado de semilla de palta Hass*



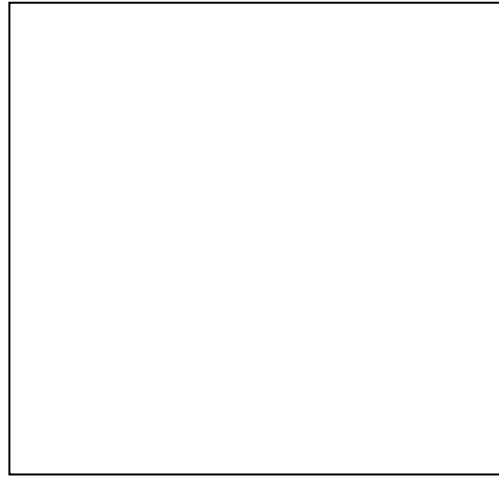
Fuente: Elaboración Propia, 2019

*Figura 21: Peso inicial de la semilla de palta Hass*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

*Figura 22: Peso final de la semilla de palta Hass*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Posterior al pesado de la semilla, se procede a moler los trozos de la misma a fin de reducir sus dimensiones para luego ser llevado al laboratorio a fin de realizar el proceso de granulado (Figura 23).

*Figura 23: Molido de semilla de palta Hass*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Se realizó la granulometría de la semilla de palta Hass, utilizando 04 mallas distinta N°10, N°20, N°40 y N°60, para obtener tres granulometrías diferentes (ver Tabla N°5) empleando la norma

ASTM- 422 para análisis granulométrico y obtener a partir de ellas biochart como material filtrante (Figura 25).

*Tabla 5: Materiales y granulometría*

N°	DESCRIPCION	GRANULOMETRÍA
1	Material 01	Menor a 2 mm pero mayor a 0.85 mm
2	Material 02	Menor a 0.85 mm pero mayor 0.425 mm
3	Material 03	Menor a 0.425 mm pero mayor a 0.25 mm

Fuente: Elaboración Propia, 2019

*Figura 24: Materiales y granulometría*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Luego de obtener las 03 diferentes granulometrías e iniciar a elaborar el biochart de semilla de palta hass por el método químico.

Se procede a emplear morteros y pesar la cantidad de material que ingresa a la mufla (ver Figura N° 25) que se programa a 700 °C y se deja dentro por un lapso de 05 min para después retirarlo y empezar el proceso de activación empleando como agente activante el ácido fosfórico al 32%,

(ver Figura N° 26) luego de eso ingresa a la mufla por segunda vez ya con el reactivo y por un tiempo de 05 minutos a 750 °C para finalmente obtener biochart el cual será empleado como material filtrante.

*Figura 25: Preparación de Materiales*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

*Figura 26: Activación para elaboración de Biochart*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Se realiza el pesaje del biochart (Figura N° 27) para así dar como resultado la cantidad total de obtenida por cada tipo de granulometría que se empleara posteriormente como medio filtrante se registra en la se registra en la Tabla N° 6: Pesos iniciales y finales de biochart de semilla de palta hass.

Figura 27: Pesaje de Biochart



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 6: Pesos iniciales y finales de biochart de semilla de palta hass

N°	DESCRIPCIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL
1	Material 01	280 g	181 g
2	Material 02	280 g	183 g
3	Material 03	280 g	179 g

Fuente: Elaboración Propia, 2019

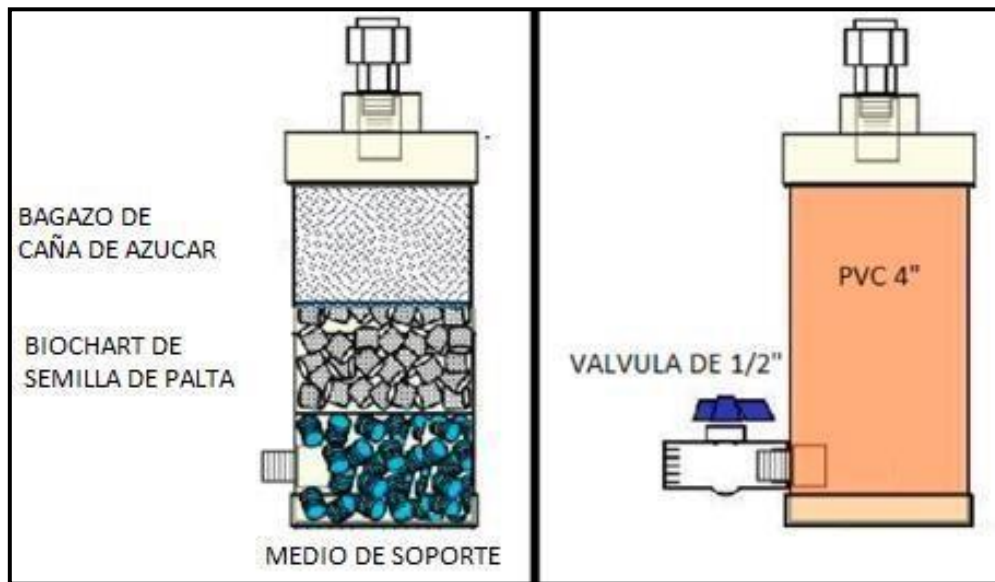
Para el armado del sistema (Figura N° 28) y los biofiltros a base de *Saccharum Officinarum* y *Persea Americana* los cuales estarán en cartuchos de PVC de 4 pulgadas y de 30 cm de alto en el interior habrá algodón (medio de soporte), biochart y bagazo de caña de azúcar (Figura29).

✓ **MATERIALES:**

- 01 Balde de 20 L
- 01 Trampa de grasa
- 03 Cartuchos de filtro de PVC 4" (30 cm de alto)
- 01 Balanza
- 03 Vasos precipitados de 2 L

Además, cada filtro tendrá una composición y pesaje distinto (Tabla N° 7)

Figura 28: Diseño de biofiltro



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 7: Composición de biofiltro

N°	NOMBRE	CÓDIGO	GRANULOMETRÍA BIOCHART	BIOCHART	BAGAZO DE CAÑA (2.00 mm – 0.85 mm)
1	FILTRO 01	M1	Menor a 2 mm pero mayor a 0.85 mm	150 g	250 g
2	FILTRO 02	M2	Menor a 0.85 mm pero mayor 0.425 mm	150 g	250 g
3	FILTRO 03	M3	Menor a 0.425 mm pero mayor a 0.25 mm	150 g	250 g

Fuente: Elaboración Propia, 2019

En la Figura 29 y 30, se muestra la construcción de los diferentes filtros, así como también la instalación y regulación del sistema de filtración para aguas residuales industriales.

F

*Figura 29: Instalación de sistema de biofiltros*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

*Figura 30: Composición de biofiltros*



Fuente: Elaboración Propia, 2019



La medición de parámetros físicos como: temperatura, pH se desarrollaron in situ y también en el laboratorio, sin presentar cambios significativos dado que el traslado hacia el laboratorio fue inmediato; sin embargo, el parámetro como la conductividad eléctrica fueron medidos en el laboratorio.

La muestra se vierte en el interior del vaso de precipitación (el cual ha sido previamente lavado con agua destilada) y con la ayuda del equipo multiparámetro se calculan los valores del pH, conductividad y la temperatura (Figura N° 31).

*Figura 31: Medición de parámetros físicos*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

✓ **Para el análisis de Aceites y Grasas se utiliza los siguientes materiales:**

- Pera de decantación.
- Probeta.
- Vaso de precipitado.
- Estufa. Insumos:
- Ácido clorhídrico o ácido Sulfúrico.
- Hexano.

✓ **Procedimiento:**

- Para poder recolectar la muestra es necesario que la botella sea de vidrio oscuro y boca ancha.
- Verificar el pH de la muestra si está por encima de 2 es necesario aplicar gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- Tomar la muestra y extraer solo 500 ml en una probeta y verterlo en una pera de decantación.
- En la pera de decantación aplicar 50ml de bencina y agitar durante 3 minutos y luego dejar reposar.
- Luego de la decantación se procede a retirar la muestra y dejar en la pera la bencina extraída.
- Secar los vasos de precipitados en la estufa a una temperatura de 109°C durante 30 minutos y luego enviar al desecador para luego pesarlo en la balanza de precisión.
- Luego colocar la bencina a los vasos precipitados y enviar a la estufa para secar y evaporar la bencina a una temperatura 109°C.

✓ **Formula:**

$$\text{Aceites y grasas (mg/t)} = (\text{Peso del vaso con muestra} - \text{Peso del vaso seco}) * 2000 \dots\dots(1)$$

En la Figura N° 32 se muestra el proceso de la medición de aceites y grasas.

*Figura 32: Medición de Aceites y Grasas*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

✓ **Para el análisis de sólidos totales suspendidos se emplea los siguientes materiales:**

- Filtro de arena cuarzo de 40µm.
- Extractor de vacío.
- Probeta de 100ml.
- Estufa.
- Luna reloj

✓ **Insumos:**

- Agua destilada.

✓ **Procedimiento:**

- Agitar la muestra para homogenizarla, debido a que debe ser una muestra representativa.
- Secar dicho filtro en la estufa a 103°C durante 2 horas luego colocar al desecador y pesar en la balanza analítica.
- Tomar una muestra de 100ml en la probeta luego aplicar dicha muestra en la bomba de vacío.
- Luego retirar el filtro colocarlo en la luna reloj y enviar a la estufa a 103°C hasta secar el filtro luego enviar al desecador y posteriormente debe pesarlo en la balanza analítica (Figura N° 33).

✓ **Formula:**

$$SST = (\text{Peso del filtro con muestra} - \text{Peso del filtro seco}) * 10000 \dots\dots (2)$$

*Figura 33:Medición de SST*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

✓ **Para el análisis de DBO<sub>5</sub> se utiliza los siguientes materiales:**

- Frascos Winkler de 300 ml
- Multiparámetro con sonda de oxígeno disuelto.
- Fiola de 50 ml
- Fiola de 100 ml
- Fiola de 1000 ml.

✓ **Preparación de los reactivos:**

- Buffer
  - Fosfato monopotásico 0.43 g
  - Fosfato disódico dihidratado 3.61 g
  - Fosfato dipotásico 1.08 g
  - Cloruro de amoníaco 0.085 g

Se mezcla en una fiola y se diluye con agua destilada hasta los 50 ml.

- Solución de MgSO<sub>4</sub> (sulfato de magnesio) 1.125 g es diluido con agua destilada en la fiola hasta los 50 ml
- Solución de CaCl<sub>2</sub> (cloruro de calcio) 1.375 g es diluido con agua destilada en la fiola hasta los 50 ml
- Solución de FeCl<sub>3</sub> (cloruro férrico) 0.025 g es diluido con agua destilada en la fiola hasta los 100 ml

✓ **Procedimiento:**

- Se debe verificar el grado de contaminación de la muestra por el olor y por el color de la muestra para la respectiva dilución.

1ml: Altas concentraciones.

10ml: Bajas concentraciones

- En una fiola de 1000 ml colocar los siguientes reactivos

Solución de FeCl3	2ml
Solución de CaCl2	2ml
Solución de MgSO4	2ml
Buffer	2ml

- Colocar los mililitros de muestra en la fiola y enrazar con agua destilada.
- Agitar vigorosamente y llevar la solución a los frascos winkler evitando que se queden burbujas dentro del frasco.
- Realizar la lectura de uno de los frascos y el otro llevarlo a una incubadora a 21°C durante 5 días y luego leer.

✓ **Formula:**

$$DBO5 \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{OD\ inicial - OD\ Final}{factor\ de\ dilusi3n} \dots\dots\dots(3)$$

$$factor\ de\ dilusi3n = \frac{Volumen\ de\ la\ Muestra \dots\dots\dots}{volumen\ de\ la\ fiola} \dots\dots\dots(4)$$

✓ **Para el análisis de DQO se utiliza los siguientes materiales:**

- Espectrofotómetro UV – Visible.
- Tubos de ensayo.
- Reactor de DQO.
- Fiola de 100ml.
- Fiola de 50ml.

✓ **Reactivos:**

- **Solución de digestión**

En una fiola de 100 ml, se mezclan 2.0432 g de  $K_2Cr_2O_7$  previamente secado a  $103^\circ C$  por dos horas, conjuntamente con 3.3 gramos de  $HgSO_4$  y con 33.4ml de  $H_2SO_4$ .

- **Solución de ácido sulfúrico**

Preparara 0.55 gramos de  $AgSO_4$  en una fiola de 100ml enrazado con  $H_2SO_4$  puro.

- **Preparación de patrón**

- Pesar 0.85 gr de Fetalato de Hidrogeno de Potasio, secado a 120 durante 2 horas, la preparación cuenta con un DQO de  $1000 \mu g O_2/l$
- Pesar 0.425 gr de Fetalato de Hidrogeno de Potasio, secado a 120 durante 2 horas, la preparación cuenta con un DQO de  $500 \mu g O_2/l$

✓ **Procedimiento:**

- Creación De Curva De Patrones

A partir de la solución patrón de Bifalato de potasio con una DQO igual a  $500 \mu gO_2/l$ , prepare estándares de las siguientes concentraciones 50; 100; 200  $\mu gO_2/l$ .

- Prepare un estándar de  $50 \mu gO_2/l$  de DQO a partir de la solución de  $500 \mu gO_2/l$  de DQO, tome 5 ml de esta solución y lleve a volumen en un balón aforado clase A de 50 ml, con agua ultra pura.
- Prepare un estándar de  $100 \mu gO_2/l$  de DQO a partir de la solución de  $500 \mu gO_2/l$  de DQO, tome 10 ml de esta solución y lleve a volumen en un balón aforado clase A de 50 ml, con agua ultra pura.
- Prepare un estándar de  $200 \mu gO_2/l$  de DQO a partir de la solución de  $500 \mu gO_2/l$  de DQO, tome 20 ml de esta solución y lleve a volumen en un balón aforado clase A de 50 ml, con agua ultra pura.
- Prepare un estándar de  $5.0 \mu gO_2/l$  de DQO a partir de la solución

estándar de 50 µgO<sub>2</sub>/l de DQO, tome 5 ml de esta solución y lleve a volumen en un balón aforado clase A de 50 ml, con agua ultra pura.

✓ **Análisis**

Coloque las cantidades de las muestras de acuerdo al cuadro abajo mencionado para la muestra utilizamos la ampolla estándar de 10ml con los patrones de muestra y cantidad de soluciones como lo indica la Tabla 8.

*Tabla 8: Cantaidad de Muestras y Reactivos para varios vasos de Digestion*

Vaso de digestión	Muestra ml	Solución de digestión ml	Reactivo Ácido sulfúrico ml	Volumen total final ml
Tubos de cultivo:				
16 × 100 mm	2,5	1,5	3,5	7,5
20 × 150 mm	5,0	3,0	7,0	15,0
25 × 150 mm	10,0	6,0	14,0	30,0
Ampollas estándar de 10 ml	2,5	1,5	3,5	7,5

Fuente: Manual de análisis del agua, 2000

Colocar los tubos en un digestor de bloque o caso contrario en un horno precalentado a una temperatura de 150 °C y someterse a un reflujo durante un periodo de 2 horas.

Luego deje enfriar a temperatura ambiente y proceda a leer los resultados de la siguiente manera Invierta las muestras una vez frías, el blanco así como los patrones repetidas veces y que los sólidos se depositen, antes de proceder a medir la absorbancia. Retire los sólidos que se encuentren a la pared del envase aplicando unos golpes suaves. Después introduzca un tubo cerrado a través del acceso de la luz del espectrofotómetro calibrado a 600 nm. Observe la absorbancia y compare con la curva de calibración.

Formula:

$$ROQ \text{ en mg O}_2/\text{l} = \frac{\text{mg o}_2 \text{ en el volumen final} \times 1000}{\text{ml de muestra}} \dots\dots\dots(5)$$

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis Inicial de la Muestra

##### 3.1.1. Parámetros físico-químicos iniciales

La temperatura y pH. Los parámetros iniciales se obtuvieron en campo y en el laboratorio, cada muestra fue preservada correctamente y con su respectiva cadena de custodia (Tabla 9).

*Tabla 9: Parámetros fisicoquímicos iniciales*

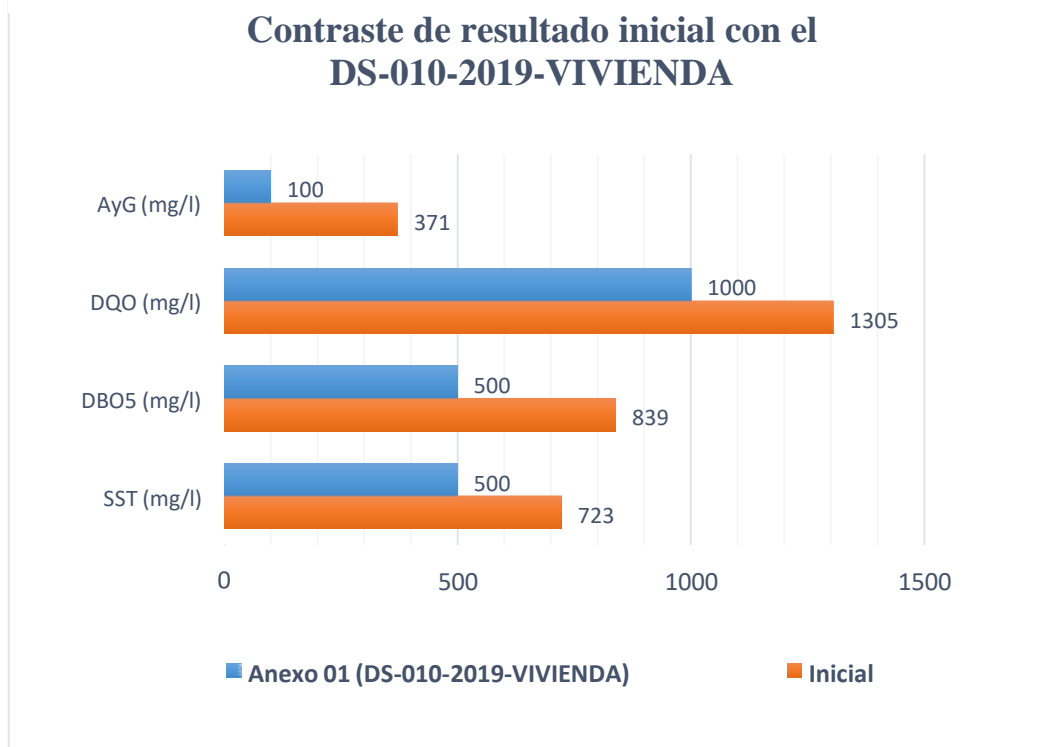
<b>Indicadores</b>	<b>Unidad</b>	<b>Anexo 02 (DS-010-2019-VIVIENDA)</b>	<b>Inicial</b>
<b>pH</b>	-	6-9	<b>7.27</b>
<b>Temperatura</b>	°C	< 35	<b>23.3</b>
<b>Conductibilidad</b>	µs/cm	-	<b>568</b>
<b>OD</b>	mg/l	-	<b>3.62</b>
<b>Turbidez</b>	NTU	-	<b>581</b>
<b>SST</b>	mg/l	500	<b>723</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	500	<b>839</b>
<b>DQO</b>	mg/l	1000	<b>1305</b>
<b>AyG</b>	mg/l	100	<b>371</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2019



Los valores de temperatura y pH se encuentran dentro del rango establecido en el anexo 02 del DS-010-2019-VIVIENDA.

Figura 34: Contraste de resultado inicial con el DS-010-2019-VIVIENDA



Fuente: Elaboración Propia, 2019

En la figura N° 34, observamos que los valores establecidos en el anexo 01 del DS-010-2019-VIVIENDA se encuentra elevados en el análisis inicial de nuestra muestra de agua residual industrial, los SST exceden en 223 mg/l, el DBO<sub>5</sub> se encuentra por encima con 339mg/l mientras que el DQO sobrepasa en 305 mg/l y AyG se encuentra 271 mg/l por encima de lo establecido en el anexo 01.

Cabe indicar que para medir el DBO<sub>5</sub>, es necesario tener conocimiento del DQO, ya que con ello se desarrolla el factor de dilución. El DBO<sub>5</sub> es el oxígeno requerido por los microorganismos para la degradación biológica de la materia orgánica presente en el agua.

## 3.2. Aplicación de la técnica de Bioadsorción

### 3.2.1 Análisis estadístico

#### Resultados finales de parámetros fisicoquímicos con el Filtro 01

El agua residual industrial fue tratada por el filtro 01 de la cual se procedió a tomar muestras de agua a la primer, cuatro y octava hora de iniciado el tratamiento. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N° 10. Además, se realizó la Prueba T-student para contrastar la hipótesis dando como resultado que el valor T obtenido es mayor al valor crítico, por lo tanto se acepta la hipótesis de investigación ya que el tratamiento con el filtro 01 sí redujo los parámetros de SST, DBO<sub>5</sub>, DQO y AyG (ver anexo 02).

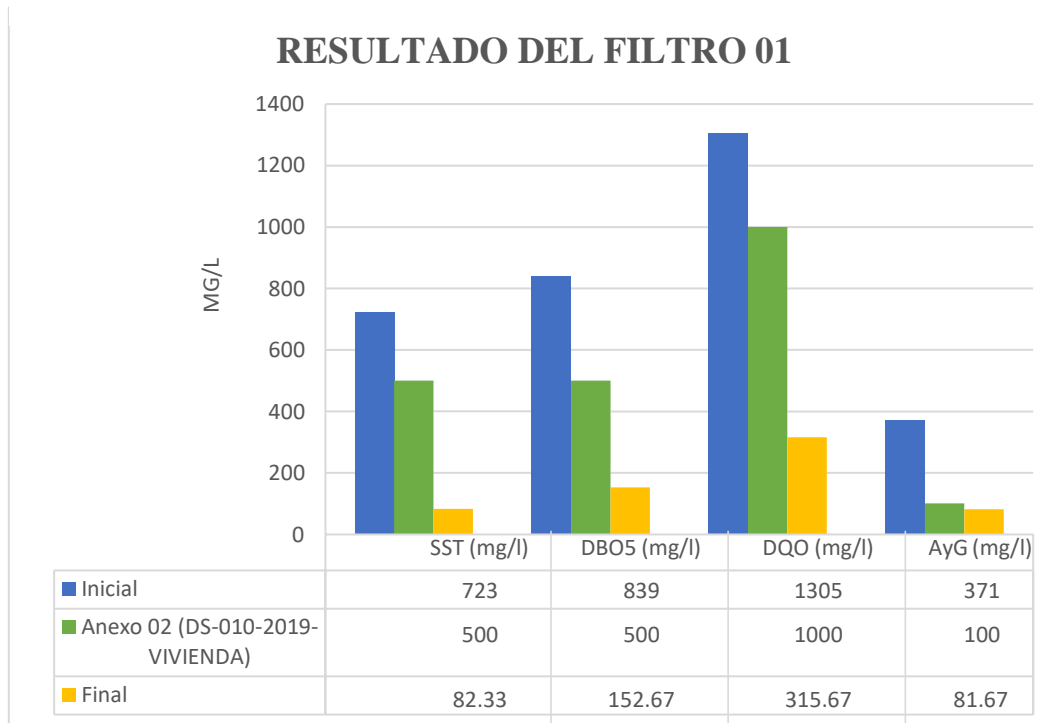
H1: El filtro 01 reduce SST, DBO<sub>5</sub>, DQO y AyG

Tabla 10: Resultados empleando el filtro 01

Indicadores	Unidad	Inicial	Filtro 01		
			1h	4h	8h
<b>pH</b>	-	<b>7.27</b>	7.22	7.23	7.25
<b>Temperatura</b>	°C	<b>23.3</b>	23.2	23.1	22.9
<b>Conductibilidad</b>	µs/cm	<b>568</b>	227	230	233
<b>OD</b>	mg/l	<b>3.62</b>	2.91	3.11	3.05
<b>Turbidez</b>	NTU	<b>581</b>	208.1	209.3	208.6
<b>SST</b>	mg/l	<b>723</b>	82	86	79
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	<b>839</b>	144	151	163
<b>DQO</b>	mg/l	<b>1305</b>	312	316	319
<b>AyG</b>	mg/l	<b>371</b>	84	79	82

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 35: Resultado del filtro 01



Fuente: Elaboración Propia, 2019

De acuerdo a la figura N° 35, se observó que el tratamiento con el filtro 01, sí redujo los parámetros de SST, DBO<sub>5</sub>, DQO y AyG por consiguiente estos se encontraron por debajo de los valores máximos admisibles establecidos por el DS-010-2019-VIVIENDA.

✓ **Resultados finales de parámetros fisicoquímicos con el Filtro T2**

El agua residual industrial fue tratada por el filtro 02 de la cual se procedió a tomar muestras de agua a la primer, cuatro y octava hora de iniciado el tratamiento. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N° 11. Además, se realizó la Prueba T-student para contrastar la hipótesis y dio como resultado que el valor T obtenido es mayor al valor crítico, por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación ya que el tratamiento con el filtro 02 sí redujo los parámetros de SST, DBO<sub>5</sub>, DQO y AyG (ver anexo 02).

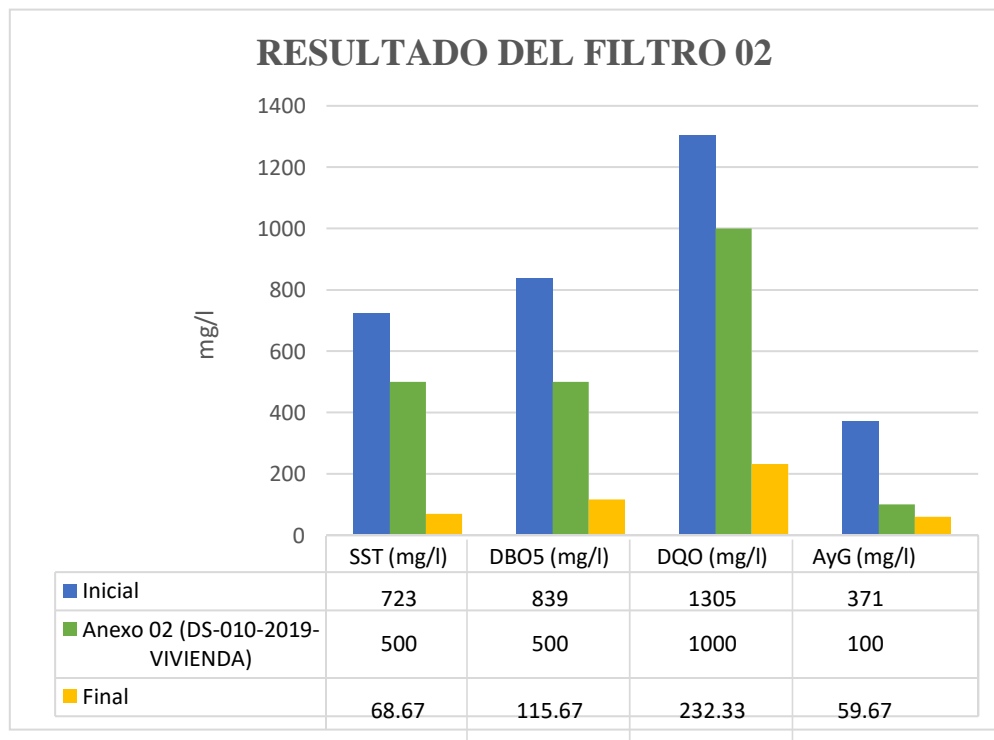
# H1: El filtro 02 reduce SST, DBO<sub>5</sub>, DQO y AyG

Tabla 11: Resultados empleando el filtro 02

Indicadores	Unidad	Inicial	Filtro 02		
			1h	4h	8h
<b>pH</b>	-	<b>7.27</b>	7.22	7.24	7.23
<b>Temperatura</b>	°C	<b>23.3</b>	23.2	23.2	23.1
<b>Conductibilidad</b>	µs/cm	<b>568</b>	225	224	227
<b>OD</b>	mg/l	<b>3.62</b>	2.81	2.88	2.89
<b>Turbidez</b>	NTU	<b>581</b>	200.5	201.2	201.1
<b>SST</b>	mg/l	<b>723</b>	68	68	70
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	<b>839</b>	114	117	116
<b>DQO</b>	mg/l	<b>1305</b>	232	236	229
<b>AyG</b>	mg/l	<b>371</b>	66	58	55

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 36: Resultado del filtro 02



Fuente: Elaboración Propia, 2019

De acuerdo a la figura N° 36, se observó que el tratamiento con el filtro 02, sí redujo los parámetros de SST, DBO<sub>5</sub>, DQO y AyG por consiguiente estos se encontraron por debajo de los valores máximos admisibles establecidos por el DS-010-2019-VIVIENDA.

### Resultados finales de parámetros fisicoquímicos con el Filtro T3

El agua residual industrial fue tratada por el filtro 03 de la cual se procedió a tomar muestras de agua a la primer, cuatro y octava hora de iniciado el tratamiento. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N° 12. Además se realizó la Prueba T-student para contrastar la hipótesis y dio como resultado que el valor T obtenido es mayor al valor crítico, por lo tanto se acepta la hipótesis de investigación ya que el tratamiento con el filtro 03 sí redujo los parámetros de SST, DBO<sub>5</sub>, DQO y AyG (ver anexo 02)

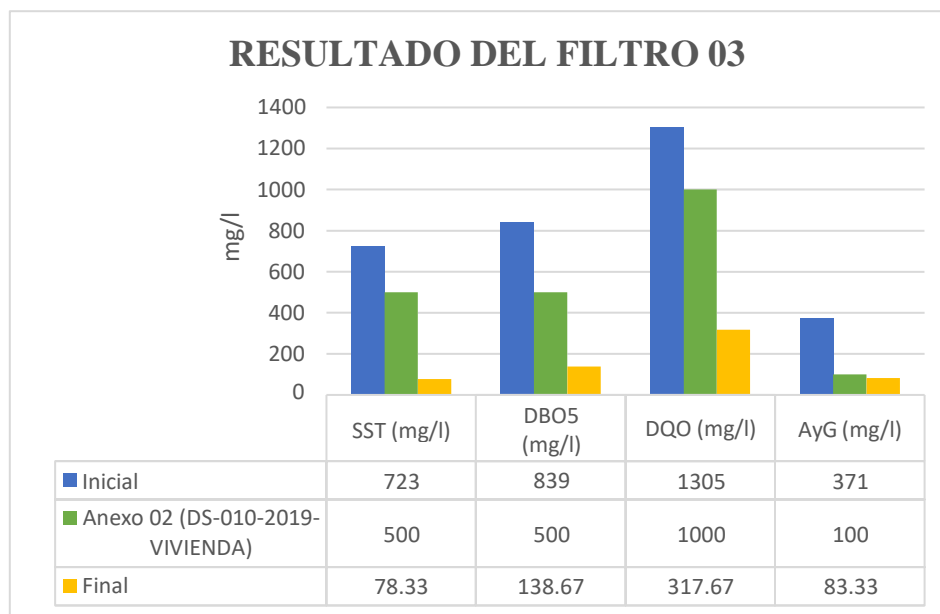
H1: El filtro 03 reduce SST, DBO<sub>5</sub>, DQO y AyG

*Tabla 12: Resultados empleando el filtro 03*

Indicadores	Unidad	Inicial	Filtro 03		
			1h	4h	8h
<b>pH</b>	-	<b>7.27</b>	7.24	7.24	7.21
<b>Temperatura</b>	°C	<b>23.3</b>	23.2	23.2	23.3
<b>Conductibilidad</b>	µs/cm	<b>568</b>	229	229	230
<b>OD</b>	mg/l	<b>3.62</b>	3.11	3.03	3.09
<b>Turbidez</b>	NTU	<b>581</b>	204.1	207.8	207.6
<b>SST</b>	mg/l	<b>723</b>	74	77	84
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	<b>839</b>	119	125	172
<b>DQO</b>	mg/l	<b>1305</b>	298	294	361
<b>AyG</b>	mg/l	<b>371</b>	77	79	94

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 37: Resultado del filtro 03

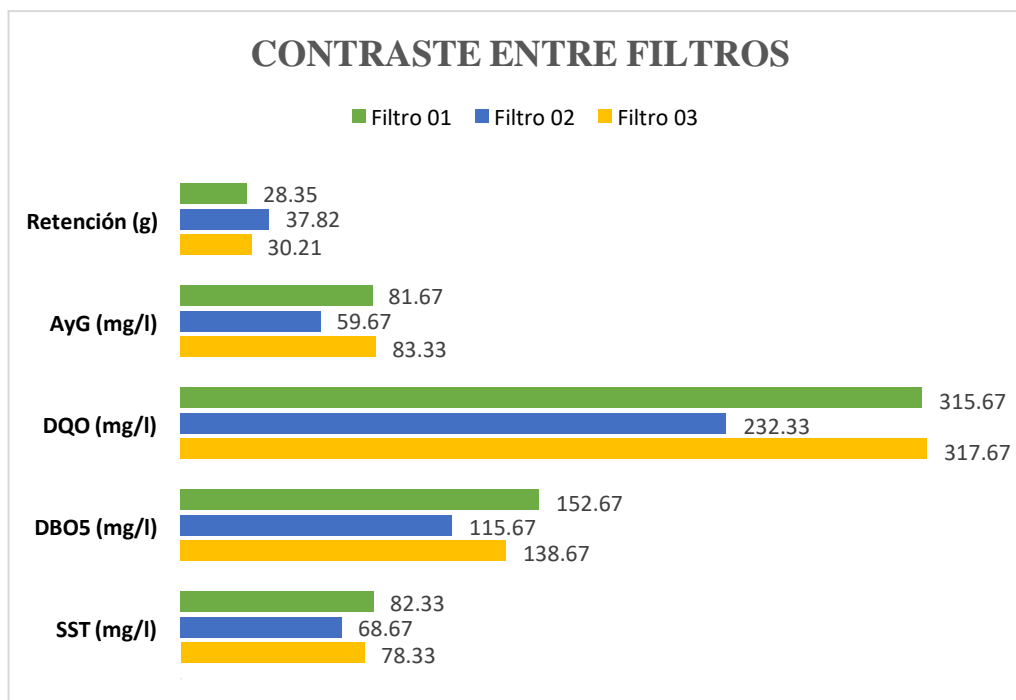


Fuente: Elaboración Propia, 2019

De acuerdo a la figura N° 37, se observó que el tratamiento con el filtro 03, sí redujo los parámetros de SST, DBO<sub>5</sub>, DQO y AyG por consiguiente estos se encontraron por debajo de los valores máximos admisibles establecidos por el DS-010-2019-VIVIENDA.

Una vez obtenido los resultados de los tres filtros se procede a procesar la información, a fin de poder realizar un contraste entre los filtros y dar como resultado cuál de ellos tuvo un mejor comportamiento durante el tratamiento de las aguas residuales industriales provenientes de las áreas de lavado del taller automotriz (ver figura N° 38).

Figura 38: Contraste entre filtros



Fuente: Elaboración Propia, 2019

De acuerdo a la figura N° 38, se observó que el tratamiento con el filtro 02 tuvo un mejor comportamiento para la reducción de los parámetros de SST a un 68.67 mg/l, DBO<sub>5</sub> a un 115.67 mg/l, DQO a un 232.33 mg/l, AyG a un 59.67 mg/l y la retención ha sido de 37.82 g

#### IV. DISCUSIÓN

- ✓ Para la presente investigación se empleó una muestra de agua residual industrial procedente del taller automotriz en la Urb. Aeropuerto del Callao, en dicha muestra se buscó reducir la concentración de DQO (1105 mg/l). DBO<sub>5</sub> (839 mg/l), SST (523 mg/l) y AyG (371 mg/l) los cuales se encontraron por encima de los Valores máximos admisibles establecidos en el D.S.010-2019- VIVIENDA con la ayuda de la técnica de bioadsorción aplicando Bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochar de *Persea Americana*, donde se sometió a tres muestras en tres tratamientos por lapsos de tiempo de 1, 4 y 8 horas para cada filtro, se verifico que en los tres filtros si se logró la reducción de dichos parámetros como nos plantearon Gao y Zare (2017) quienes trabajaron con aguas procedentes de la industria láctea donde se redujeron los mismos parámetros obteniendo resultados positivos.
- ✓ La técnica empleada fue a bioadsorción empleando un biofiltro, ya que gracias a innumerables estudios demuestran que estos son eficaces para remover compuestos contaminantes, tal es el caso de Suprihatin S. et al. (2016) quienes empleando un biofiltro con arena de cuarzo lograron reducir SST en un 78%, amonio en 82% y MO en 91%.
- ✓ Singh y Campos (2017), nos relatan que el empleo de Biochar empleando biomasa residual procedente de un sinfín de procesos agroindustriales representan un gran beneficio para el medio ambiente ya que resulta ser una alternativa innovadora tanto para el tratamiento de aguas, suelos y aire; en este caso el presente trabajo de investigación se empleó Biochar de *Persea Americana* para tratar aguas residuales industriales obteniendo mejores resultados en el tratamiento del filtro 02.
- ✓ Para la generación de Biochar se empleó la semilla de *Persea Americana* debido a este material ya dejó de ser un residuo gracias a sus propiedades de bioadsorción, como nos demuestra Casamayor V. (2018), quien logro remover Nitritos en soluciones acuosas logrando valores de
- ✓ % y 81.26 % de adsorción lo cual concuerda con el presente trabajo de investigación ya que en el tratamiento del filtro 02 se llegaron a resultados de: DQO 78.97%, DBO<sub>5</sub> 86.21%, SST 86.87% y AyG 84.10%.



- ✓ Para la realización de la técnica se empleó como material bioadsorbente el bagazo de *Saccharum Officinarum*, en tres tipos de granulometrías distintas que fueron 0.75 mm, 0.43 mm y 0.25 mm, el empleo de este material se basó a lo propuesto por Poyer (2015), donde empleando también el bagazo de *Saccharum Officinarum* como bioadsorbente logró remover hidrocarburos con una eficiencia de 90% en su tratamiento.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ El tratamiento de aguas residuales industriales procedentes de taller automotriz – Callao 2019 mediante bioadsorción aplicando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochar de *Persea Americana*, resulta ser eficiente para la reducción de ciertos parámetros físico-químicos como DQO, DBO<sub>5</sub>, SST y AyG. Los mejores resultados evaluados después de aplicar la técnica se evidenciaron en el tratamiento del filtro 02 ya que se alinearon por debajo de los valores establecidos en el anexo 01 del DS-010-2019-VIVIENDA.
- ✓ Para la demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), se logró reducir de 371 mg/l a 59.67 mg/l, esto ocurrió en el tratamiento del filtro 02, dicho valor demuestra la eficiencia del tratamiento en un 86.21% para estabilizar el parámetro y poder llegar a lo establecido en la norma.
- ✓ El parámetro de SST de igual manera al anterior tuvo mejores resultados en el tratamiento del filtro 02, ya que de 523 mg/l bajó a 68.67 mg/l, es una disminución considerable lo cual da una eficiencia de 86.87% de la técnica.
- ✓ La DQO antes de realizar la técnica se encontraba con un valor de 1105 mg/l sobrepasando los valores máximos admisibles, en el tratamiento del filtro 02 se llegó a reducir a 232.33 mg/l demostrando una eficiencia de 78.97% para este parámetro en el tratamiento.
- ✓ Finalmente, para el parámetro de AyG el valor inicial de nuestra muestra antes de aplicar la técnica fue de 371 mg/l, valor que disminuyó a 59.67 mg/l en el tratamiento del filtro 02, este valor nos permite darle a la técnica una eficiencia de 84.10%, valor nada despreciable para poder ubicar este tipo de agua dentro de los valores máximos admisibles.

## VI. RECOMENDACIONES

- ✓ El reaprovechamiento del material de los residuos del material empleado en el biofiltro (*Saccharum Officinarum* y *Persea Americana*) para la producción de compost.
- ✓ Realizar pruebas con distintos tipos de flujos.
- ✓ De manera preliminar realizar una prueba con carbón activado mediante vapor de agua y poder identificar cual sería más eficiente.
- ✓ Realizar la misma técnica para tratamiento de contaminantes microbiológicos.
- ✓ Recircular el agua tratada del taller automotriz para nuevamente ser utilizada en el área de lavado del taller.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ ALSINA, S.B. y CASTELLS, X.E. Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad. [en línea]. 2011. [Fecha de consulta: 10 de marzo del 2019]. Disponible en:  
<https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788499690094.pdf>
- ✓ CASTILLO, Alexandra. Diseño de un tratamiento de aguas residuales de lubricado mediante Bio-Adsorción y Coagulación-Floculación. Universidad de las Américas, Ecuador. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 10 de marzo del 2019]. Disponible en:  
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2794273>
- ✓ CASTILLO, Angela. Adsorbentes Naturales En La Mitigación Del Impacto Adverso Causado Por Derrames De Crudo En Fuentes Hídricas. Universidad Libre: Facultad de Ingeniería Ambiental, Bogotá. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2019]. Disponible en:  
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11185/Documento%20Final%202018.pdf?sequence=1>
- ✓ LEHMANN, J. y JOSEPH, S. Biochar for Environmental Management. Revista Earthscan. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019]. Disponible en:  
<http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/First%20proof%202013-01-09.pdf>
- ✓ MARTÍNEZ, P., DOMÍNGUEZ, E., RODRÍGUEZ, R., LEIVA, J y PÉREZ, M. Reduction of the environmental impact of oleaginous water by means of a fix bed column filled with sugar cane bagasse. Revista Scielo. [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2019]. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-48612016000100007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612016000100007)
- ✓ MINAM. Informe de la situación actual de la gestión de los residuos no municipales. Ministerio del Ambiente. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2019]. Disponible en:  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12230/3303.pdf>

- ✓ MINAM. Estudio De Desempeño Ambiental. Ministerio de Ambiente. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 14 junio del 2019]. Disponible en:  
<https://www.minam.gob.pe/esda/>
  
- ✓ MOELLER, G y TOMASINI, A. Microbiología De Lodos Activados. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 4 de junio del 2019]. Disponible en:  
<https://docplayer.es/74296822-5-microbiologia-de-lodos-activados-dra-gabriela-moeller-mc-ana-cecilia-tomasini-ortiz.html>
  
- ✓ OEFA. Fiscalización Ambiental En Aguas Residuales. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 8 de enero del 2019]. Disponible en:  
[https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827).
  
- ✓ PLAZA, M. Carbón activado evaluación de nuevos precursores y del proceso de activación con dióxido de carbono. [en línea]. 2015. Disponible en: [Fecha de consulta: 1 diciembre del 2018].  
<http://hdl.handle.net/10045/47053>
  
- ✓ Protocolo de toma de muestra de agua residual. Instituto de toxicología de la defensa. [en línea]. s.f. [Fecha de consulta: 5 de enero del 2019]. Disponible en:  
[https://www.defensa.gob.es/itoxdef/Galerias/documentacion/protocolos/ficheros/PROTOCOLO\\_DE\\_TOMA\\_DE\\_MUESTRAS\\_DE\\_AGUA\\_RESIDUAL\\_ver\\_2.pdf](https://www.defensa.gob.es/itoxdef/Galerias/documentacion/protocolos/ficheros/PROTOCOLO_DE_TOMA_DE_MUESTRAS_DE_AGUA_RESIDUAL_ver_2.pdf)
  
- ✓ QUIÑONES, E., TEJADA, C., ARCIA, C. y RUIZ, V. Remoción de plomo Y níquel en soluciones acuosas usando biomasa lignocelulósicas: una revisión. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* vol. 16 [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 24 de abril del 2019]. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n2/v16n2a23.pdf>
  
- ✓ RINCONES, F., MARFRFISI, S., DANGLAD, J. y SALAZAR, V. Adsorción de hidrocarburos de petróleo en agua mediante una columna empacada con bagazo de caña de azúcar. *SABER, Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la*

Universidad de Oriente, vol. 27, núm. 3. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 4 de diciembre del 2018]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/4277/427743080010.pdf>

- ✓ TOAPANTA, A. Análisis Del Bagazo De La Caña De Azúcar Como Filtro En El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes De La Industria De Lácteos “Lácteos Valenzuela Divino Niño” De La Provincia De Cotopaxi, Cantón Saquisilí. Universidad Técnica de Ambato: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 10 de setiembre del 2018]. Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27019/1/Tesis%201208%20%20Toapanta%20Molina%20%20c3%811varo%20Santiago.pdf>

## ANEXO N° 01 Matriz de consistencia

*Tabla 13: Matriz de consistencia*

PROBLEMA	OBJETVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
<p><b>Problema General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuál es la remoción de DBO<sub>5</sub>, DQO, AyG y SST en agua residual industrial empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en taller automotriz, Callao – 2019?</li> </ul> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuánto será la reducción de DBO<sub>5</sub> empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial?</li> <li>- ¿Cuánto será la reducción de DQO empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial?</li> <li>- ¿Cuánto será la reducción de AyG empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial?</li> <li>- ¿Cuánto será la reducción de SST empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub>, DQO, AyG y SST en agua residual industrial empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en taller automotriz, Callao – 2019.</li> </ul> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la reducción de DBO<sub>5</sub> empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial.</li> <li>- Determinar la reducción de DQO empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial.</li> <li>- Determinar la reducción de AyG empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial.</li> <li>- Determinar la reducción de SST empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hi: Se puede determinar la eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub>, DQO, AyG y SST en agua residual industrial empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en taller automotriz, Callao – 2019</li> </ul> <p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- H1: Se puede determinar la reducción de DBO<sub>5</sub> empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial.</li> <li>- H2: Se puede determinar la reducción de DQO empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial.</li> <li>- H3: Se puede determinar la reducción de AyG empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial.</li> <li>- H4: Se puede determinar la reducción de SST empleando bagazo de <i>saccharum officinarum</i> y biochart de <i>Persea Americana</i> en agua residual industrial.</li> </ul>	<p><b>V. Independiente</b></p> <p>Bioadsorción del Bagazo de <i>Saccharum Officinarum</i> y Biochart de <i>Persea Americana</i></p> <p><b>V. dependiente</b></p> <p>Agua residual industrial tratada</p>

## ANEXO N° 02 Prueba T para filtros

### FILTRO 01

Tabla 14: Prueba T para filtro 01

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	809.5000	158.083333
Varianza	121678.6364	9960.44697
Observaciones	12.0000	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0.9243	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	11.0000	
Estadístico t	8.6995	
P(T<=t) una cola	0.0000	
Valor crítico de t (una cola)	1.7959	
P(T<=t) dos colas	0.0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2.2010	

Fuente: Elaboración Propia, 2019

### FILTRO 02

Tabla 15: Prueba T para filtro 02

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	809.5000	119.083333
Varianza	121678.6364	5165.90152
Observaciones	12.0000	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0.9402	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	11.0000	
Estadístico t	8.4717	
P(T<=t) una cola	0.0000	
Valor crítico de t (una cola)	1.7959	
P(T<=t) dos colas	0.0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2.2010	

Fuente: Elaboración Propia, 2019



### FILTRO 03

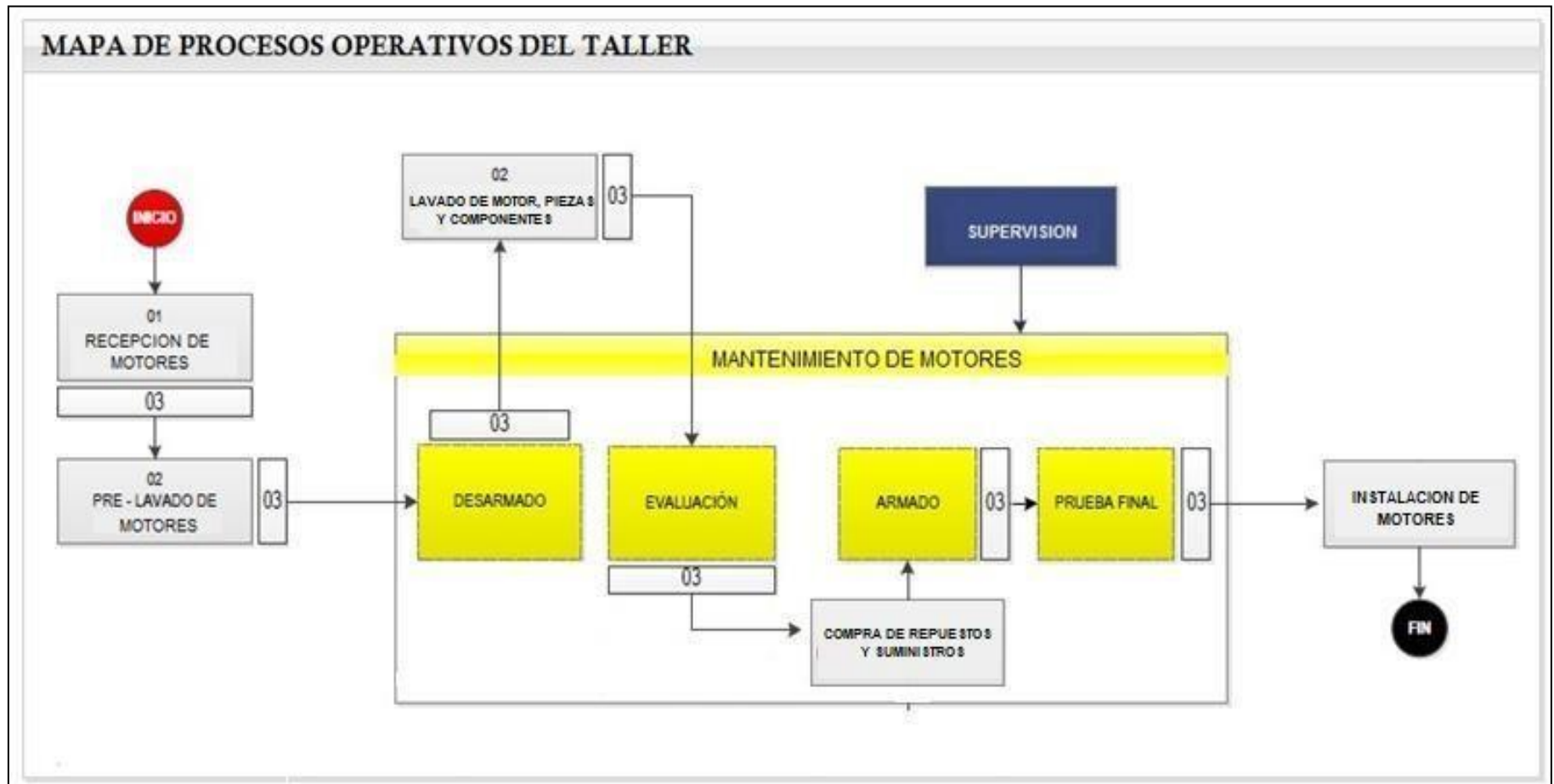
Tabla 16: Prueba T para filtro 03

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	809.5000	143.166667
Varianza	121678.6364	8867.24242
Observaciones	12.0000	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0.9057	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	11.0000	
Estadístico t	8.6598	
P(T<=t) una cola	0.0000	
Valor crítico de t (una cola)	1.7959	
P(T<=t) dos colas	0.0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2.2010	

Fuente: Elaboración Propia, 2019

## ANEXO N° 03 Mapa de procesos en taller automotriz

Figura 39: Mapa de procesos en taller automotriz



Fuente: Elaboración Propia, 2019

## ANEXO N° 04 Diseño para implementación de sistema de bioadsorción


Figura 40: Diseño para implementación de sistema de bioadsorción



Fuente: Elaboración Propia, 2019

## ANEXO N° 05 Instrumentos y validación de los mismos

Figura 41 : Instrumento validado por Dr. César Jiménez Calderón



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: César Jiménez Calderón

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV

1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad, Gestión de los Recursos Humanos

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Condiciones de los Perímetros de Agua y Residuos

1.5. Autor(A) de Instrumento: Carlos Arturo Peón

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

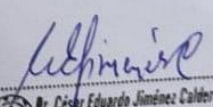
**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si

No

85 %




Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
CIP. 42355

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

Lima, 12 de junio de 2019

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

Figura 42: Instrumento validado por Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV

1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Condicioner de los Parámetros del Agua y Adsorbente

1.5. Autor(A) de Instrumento: Carlos Gutierrez M. Por

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si  
 No

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

**85 %**

Lima, 13 de junio de 2019

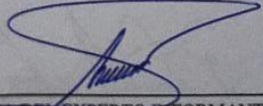

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP. 42444  
 DNI No..... Telf:.....

Figura 43: Instrumento validado por Ing. Julio Juan Ordóñez Gálvez

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Ordóñez  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ciencia y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Condición de la Gestión de Agua y Saneamiento  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Carlos Estrella Nuñez

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :** 85%

Lima, 12 de junio de 2019

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 CIP: 804972  
 DNI No: 5288116 Telf:

## ANEXO N° 06 Resultados de laboratorio

*Figura 44: Caracterización inicial*

Ph						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565		7.27
		Este	770979.48			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	°C	23.3
		Este	770979.48			

Conductividad Electrica						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	µs/cm	568
		Este	770979.48			

Oxigeno Disuelto						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	3.62
		Este	770979.48			

Turbidez						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	NTU	581
		Este	770979.48			

Solidos Suspendidos Totales						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	523
		Este	770979.48			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	839
		Este	770979.48			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	1105
		Este	770979.48			

Aceites y Grasas (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	371
		Este	770979.48			

Metodología de Análisis:

APHA-AWWA-WEF (2012) 5210B  
 Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992  
 SMEWW-APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.  
 APHA AWWA-WEF (2012) 5210 B  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended  
 Solids Dried at 103-105°C.

Equipo utilizado:  
 Código Interno:

Multiparámetro Hanna Edge  
 6053633  
 espectrofotometro  
 6009512  
 Mufla  
 6009565  
 Estufa DAIHAN SCIENTIFIC  
 6007386  
 Equipo de filtración con bomba al vacío  
 06-53628


  
 M.Sc. Carlos  
 CIP. INGENIERO QUIMICO  
 C. I. P. 37913



Figura 45: Resultados tratamiento N° 1

LABORATORIO DE QUIMICA - UCV  
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

**Direccion:** Jr. Alcides Carrion 381 - Callao  
**Tipo de ensayo:** Análisis Físicoquímicos  
**Matriz:** Agua residual  
**Descripcion de la muestra:** Muestra tratada mediante biofiltro  
**Muestra tomado por:** Carlos Kenneth Gutierrez Muños  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 12/11/2019  
**lugar donde se realizo el ensayo:** Laboratorio de Quimica - UCV.

TRATAMIENTO N°1						
Ph						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565		7.22
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565		7.23
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565		7.25
		Este	770979.48			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	°C	23.2
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	°C	23.1
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	°C	22.9
		Este	770979.48			

Conductividad Electrica						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	µs/cm	227
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	µs/cm	230
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	µs/cm	233
		Este	770979.48			

Oxigeno Disuelto						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	2.91
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	3.11
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	3.05
		Este	770979.48			

Turbidez						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	NTU	208.1
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	NTU	209.3
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	NTU	208.6
		Este	770979.48			

Solidos Suspendidos Totales						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	82
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	86
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	79
		Este	770979.48			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	144
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	151
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	163
		Este	770979.48			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	312
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	316
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	319
		Este	770979.48			

Aceites y Grasas (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	84
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	79
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	82
		Este	770979.48			

**Metodología de Análisis:**

APHA-AWWA-WEF (2012)5210B  
Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992  
SMEWW-APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended  
Solids Dried at 103-105°C.

**Equipo utilizado:  
Codigo Interno:**

Multiparámetro Hanna Edge  
6053633  
espectofotometro  
6009512  
Mufla  
6009565  
Estufa DAIHAN SCIENTIFIC  
6007386  
Equipo de filtracion con bomba al vacio  
06-53628


  
M.Sc. Carlos Rodríguez  
CIP. INGENIERO QUÍMICO  
C. I. P. 37913

Figura 46: Resultados tratamiento N° 2

**ENSAYO N°03 -CK- 2019**  
**LABORATORIO DE QUIMICA - UCV**  
**INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA**

**Direccion:** Jr. Alcides Carrion 381 - Callao  
**Tipo de ensayo:** Análisis Fisicoquímicos  
**Matriz:** Agua residual  
**Descripcion de la muestra:** Muestra tratada mediante biofiltro  
**Muestra tomado por:** Carlos Kenneth Gutierrez Muños  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 12/11/2019  
**lugar donde se realizo el ensayo:** Laboratorio de Quimica - UCV.

TRATAMIENTO N°2						
Ph						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565		7.2
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565		7.24
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565		7.23
		Este	770979.48			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	°C	23.2
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	°C	23.2
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	°C	23.1
		Este	770979.48			

Conductividad Electrica						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	µs/cm	225
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	µs/cm	224
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	µs/cm	227
		Este	770979.48			

Oxigeno Disuelto						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	2.81
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	2.88
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	2.89
		Este	770979.48			

Turbidez						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	NTU	200.5
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	NTU	201.2
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	NTU	201.1
		Este	770979.48			

Solidos Suspendidos Totales						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	68
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	68
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	70
		Este	770979.48			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	114
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	117
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	116
		Este	770979.48			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	232
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	236
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	229
		Este	770979.48			

Aceites y Grasas (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	66
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	58
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	55
		Este	770979.48			

**Metodología de Análisis:**

APHA-AWWA-WEF (2012)5210B  
Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992  
SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended  
Solids Dried at 103-105°C.

**Equipo utilizado:**

Multiparámetro Hanna Edge

**Código Interno:**

6053633  
espectofotometro  
6009512  
Mufla  
6009565  
Estufa DAIHAN SCIENTIFIC  
6007386  
Equipo de filtracion con bomba al vacio  
06-53628

M.Sc. Carlos Eduardo Rodríguez  
INGENIERO QUIMICO  
C.I.P. 37913

Figura 47: Resultados de tratamiento N° 3

**ENSAYO N°04 -CK- 2019**  
**LABORATORIO DE QUIMICA - UCV**  
**INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA**

**Dirección:** Jr. Alcides Carrion 381 - Callao  
**Tipo de ensayo:** Análisis Físicoquímicos  
**Matriz:** Agua residual  
**Descripción de la muestra:** Muestra tratada mediante biofiltro  
**Muestra tomado por:** Carlos Kenneth Gutierrez Muñoz  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 12/11/2019  
**Lugar donde se realizó el ensayo:** Laboratorio de Química - UCV.

TRATAMIENTO N°3						
Ph						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565		7.24
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565		7.24
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565		7.21
		Este	770979.48			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	°C	23.2
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	°C	23.2
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	°C	23.3
		Este	770979.48			

Conductividad Electrica						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	µs/cm	229
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	µs/cm	229
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	µs/cm	230
		Este	770979.48			

Oxigeno Disuelto						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	3.11
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	3.03
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	3.09
		Este	770979.48			

Turbidez						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	NTU	204.1
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	NTU	207.8
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	NTU	207.6
		Este	770979.48			

Solidos Suspendidos Totales						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	74
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	77
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	72
		Este	770979.48			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	119
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	125
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	127
		Este	770979.48			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	298
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	294
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	295
		Este	770979.48			

Aceites y Grasas (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	77
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	79
		Este	770979.48			
M- Inicial	Muestra	Norte	120353.59	3565	mg/l	81
		Este	770979.48			




Metodología de Análisis:

APHA-AWWA-WEF (2012)5210B  
Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992  
SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended  
Solids Dried at 103-105°C.

Equipo utilizado:  
Codigo Interno:

Multiparámetro Hanna Edge  
6053633  
espectrofotometro  
6009512  
Mufa  
6009565  
Estufa DAIHAN SCIENTIFIC  
6007386  
Equipo de filtracion con bomba al vacio  
06-53628

  
M.Sc. Carlos G. Castillo Rodríguez  
CIP. INGENIERO QUIMICO  
C. I. P. 37913

# ANEXO N° 08 Porcentaje de Turniting


Página 1 de 50

Número de palabras: 10152

Text-only Report

High Resolution

Activando



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

*"Biodiversidad, aplicación ligada de sociología, aplicación y biochar de persea americana en la reforestación del DHO5, DXP0, SST y ASY4 en valle amazónica, Cuzco 2019"*

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

AUTORAS:

Dr. Gutiérrez Muñoz, Carlos Kenneth (ORCID: 0000-0002-3150-7643)

ASISOR:

Dr. Jiménez Calderón, Cesar Eduardo (ORCID: 0000-0001-7894-7326)

LINEA DE INVESTIGACION:

Calidad y gestión de los recursos naturales

EIMA - PERC

2019-II

**Resumen de coincidencias**

Se están viendo fuentes estándar


Ver fuentes en inglés (Brita)

21 %

Conincidencias

1	Entregado a Universida...	4 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
3	intranet.ideam.gov.co	1 %
4	Entregado a Universida...	1 %
5	studylib.es	1 %
6	edoc.pub	1 %
7	www.redalyc.org	1 %
8	www.scribd.com	1 %

ANEXO N° 09

 <p>UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</p>	<p><b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b></p>	<p>Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1</p>
--	---	---

Yo GUTIÉRREZ MUÑOZ CARLOS KENNETH, identificado con Documento de Identidad N° 44729179 egresado de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la Universidad Cesar Vallejo, autorizo (X), no autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "BIOADSORCIÓN APLICANDO BAGAZO DE SACCHARUM OFFICINARUM Y BIOCHART DE PERSEA AMERICANA EN LA REDUCCIÓN DEL DBO5, DQO, SST Y AYG EN TALLER AUTOMOTRIZ, CALLAO 2019"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<https://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



GUTIÉRREZ MUÑOZ CARLOS KENNETH  
DNI: 44729179

FECHA: 19 de Diciembre de 2019