



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“Esponja de quitosano como adsorbente de aceites y grasas de aguas residuales de una mecánica automotriz, Lima – 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

**AUTORAS:**

Ñaupá Garay, Yeni Vanessa (ORCID: 0000-0002-2004-601X)

Ramon Gamboa, Magali Esther (ORCID: 0000-0003-2683-6087)

**ASESOR:**

Dr. Valverde Flores Jhonny Wilfredo (ORCID: 0000-0003-2526-112X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A mi familia por su comprensión, apoyo y la sencillez de sus consejos que me ayudan a ser mejor persona.

(Yeni Vanessa, Ñaupá Garay)

Esta tesis la dedico con todo mi amor a mis padres, quienes me han motivado constantemente para la culminación de mi carrera profesional, este logro es para ustedes.

A mis hermanos Ángel y José por ser mis motores para no rendirme y ser un ejemplo de perseverancia para ellos, los amo mucho.

(Magali Esther Ramón Gamboa)

## AGRADECIMIENTO

A mi alma mater Cesar Vallejo por haber contribuido a mi formación profesional a través de la sabiduría de los docentes.

Al Dr. Valverde Flores Jhonny Wilfredo, por haber guiado nuestros pasos en todo el proceso de esta investigación. A mis colegas y amigos de una u otra manera han contribuido con sus ideas y sus palabras de aliento.

(Yeni Vanessa, Ñaupá Garay)

Mis más sinceros agradecimientos a todos aquellos que han participado para poder lograr la culminación de la tesis para la obtención de mi título profesional, es un placer nombrarlos expresándoles mi eterno agradecimiento.

**DIOS:** Gracias a Dios por haberme ayudado a superar todo obstáculo presentado durante mi carrera profesional, tuve muchas dudas, pero EL me dio sabiduría para no abandonar y ser perseverante en mis decisiones.

**HILDA GAMBOA Y SIMON RAMÓN:** Agradezco a mis padres por su amor y fuerza, por la inversión en mi educación y por confiar en mis capacidades. Gracias papá, has trabajado duro para darme lo mejor, te admiro inmensamente. A ti mamá, gracias porque desde niña estuviste pendiente de mi educación y no dejaste que me rindiera ante nada.

**JUAN AMAYA Y YENI ÑAUPA:** Mis queridos amigos sin ustedes no hubiera podido lograr este reto. Agradezco a Juan Amaya, por sus enseñanzas y paciencia desinteresadas, fuiste un gran soporte intelectualmente para poder continuar avanzando. Mi querida amiga Yeni, gracias por tu comprensión y apoyo en este proceso de investigación, ha sido gratificante poder trabajar a tu lado.

**Dr. JHONNY VALVERDE:** Agradezco al Doctor porque a través de su asesoría, hizo que le diera un valor agregado al proyecto de investigación.

(Magali Esther Ramón Gamboa)

## Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice figuras .....	vi
Índice de abreviaturas.....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización .....	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	17
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Métodos de análisis de datos.....	34
3.7. Aspectos éticos .....	35
IV. RESULTADOS .....	36
V. DISCUSIÓN .....	50
VI. CONCLUSIÓN.....	52
VII. RECOMENDACIONES .....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS.....	62

## Índice de tablas

Tabla 1. Valores Máximos Admisibles para descargas a alcantarillado.....	13
Tabla 2. Datos de toma de muestra. ....	16
Tabla 3. Validación de instrumento. ....	17
Tabla 4. Cálculo de Confiabilidad.....	18
Tabla 5. Resultados de la muestra inicial y comparación con los valores máximos admisibles. ....	30
Tabla 6. Metodología de análisis.....	32
Tabla 7. Resultados después del tratamiento con esponja de quitosano. ....	33
Tabla 8. Reducción de aceites y grasas respecto a concentración de quitosano. ....	36
Tabla 9. Prueba de normalidad de reducción de aceites y grasas. ....	37
Tabla 10. Prueba de Anova de un factor de Reducción de aceites y grasas. ....	38
Tabla 11. Tukey de reducción de aceites y grasas respecto a concentración de quitosano. ....	39
Tabla 12. Variación de propiedades físicas y químicas. ....	40
Tabla 13. Prueba de normalidad de variación de propiedades físicas y químicas	42
Tabla 14. Prueba de T-Student de variación de propiedades físicas y químicas. ....	43
Tabla 15. Reducción de aceites y grasas respecto al tiempo de remoción.....	45
Tabla 16. Prueba de normalidad de reducción de aceites y grasas respecto a los tiempos de remoción.....	46
Tabla 17. Prueba de Anova de un factor de Reducción de aceites y grasas respecto al tiempo de remoción. ....	47
Tabla 18. Tukey de reducción de aceites y grasas respecto al tiempo de remoción. ....	48

## Índice figuras

Figura 1. Aceites y grasas en aguas superficiales. ....	2
Figura 2. Diagrama de procesos para la elaboración de quitosano (Adaptado de Barra, Romero y Beltramino, 2012). ....	12
Figura 3. Diagrama de proceso de las etapas en la investigación. ....	19
Figura 4. Recolección de cangrejo en restaurante. ....	20
Figura 5. Obtención de exoesqueleto de cangrejo. ....	20
Figura 6. Lavado de exoesqueleto de cangrejos. ....	21
Figura 7. Secado del exoesqueleto de cangrejo en un horno. ....	21
Figura 8. Trituración de exoesqueleto de cangrejos. ....	21
Figura 9. Desmineralización de quitina. ....	22
Figura 10. Lavado de quitina con agua destilada hasta obtener un pH neutro. ....	22
Figura 11. Desproteínización de quitina. ....	23
Figura 12. Desacetilación de la quitina para la obtención de quitosano. ....	23
Figura 13. Mezcla de concentración de quitosano con solución de ácido acético 0,3 M. ....	24
Figura 14. Agitación de la solución con una barra magnética. ....	24
Figura 15. Agitación de la solución con una barra magnética. ....	25
Figura 16. Obtención de la esponja de quitosano en diferentes concentraciones. ....	25
Figura 17. Imagen de GPS obtenida en Google eart. ....	26
Figura 18. Toma de muestra de agua residual en la empresa mecánica automotriz. ....	27
Figura 19. Preservación de las muestras de muestras de DBO5 y DQO. ....	27
Figura 20. Toma de muestra de AyG y su preservación. ....	28
Figura 21. Rotulación de muestras de AyG, DBO5 y DQO. ....	28
Figura 22. Recolección de datos en cadena de custodia. ....	29
Figura 23. Esponja de quitosano de diferentes concentraciones. ....	31
Figura 24. Tratamiento de adsorción de tres concentraciones de esponja de quitosano. ....	31
Figura 25. Fotografía de los resultados después del proceso de adsorción por 30 minutos. ....	32
Figura 26. Gráfico de reducción de aceites y grasas, respecto a la concentración de	

quitosano.....	39
Figura 27. Gráfico de reducción de aceites y grasas, respecto a la concentración de quitosano.....	48

## Índice de abreviaturas

ANA	Autoridad Nacional del Agua
AyG	Aceites y Grasas
C/HNT	Chitin / Halloysite Nanotubes
HTP	Hidrocarburos Totales de Petróleo
IMARPE	Instituto del Mar del Perú
IR	Infrarrojo
ISO	International Organization for Standardization
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DL	Decreto Legislativo
DS	Decreto Supremo
ECA	Estándares de Calidad Ambiental
GAT	Gravimetric Absorption Test
MCTCS	Superhydrophobic and Superoleophilic Chitosan Sponge
MINAM	Ministerio del Ambiente
NTP	Normativa Técnica Peruana
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
pH	Potencial de Hidrogeno
PU	Poliuretano
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SST	Solidos Suspendidos Totales
ST	Solidos Totales
SUNASS	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
TTP	Tripolifosfato de Sodio
VMA	Valores Máximos Admisibles



## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la eficiencia de la esponja de quitosano para la reducción de aceites y grasas de las aguas residuales de una empresa mecánica automotriz "Machulo", ubicado en la Av. Canta Callao Mz. "B" Lt.20 Urb. Buena Vista, San Martín de Porres, Lima. La investigación es de tipo aplicada, diseño experimental enfoque cuantitativo, se utilizó una muestra de 20 Litros de agua residual donde se presenta valores de reducción promedio de 50.37% aplicando una concentración de 5mg/mL, 69.33% aplicando una concentración de 10mg/mL y 75.26% aplicando una concentración de 15mg/mL. En conclusión, se determinó la eficiencia de la esponja de quitosano la cual adsorbe la concentración de aceites y grasas de las aguas residuales de la empresa mecánica automotriz a una concentración de 15mg/mL, con una probabilidad estadística del 75,26%. Por lo tanto, la esponja de quitosano es una opción viable para futuras investigaciones de tratamientos en aguas residuales.

**Palabras claves:** adsorción de aceites y grasas, agua residual, eficiencia esponja de quitosano.

### **Abstract**

The objective of the present investigation was to determine the efficiency of the chitosan sponge for the reduction of oils and fats in the residual waters of an automotive mechanical company "Machulo", located at Av. Canta Callao Mz. "B" Lt.20 Urb. Buena Vista, San Martín de Porres, Lima. The research is applied, experimental design, quantitative approach, a sample of 20 liters of residual water is shown, where average reduction values of 50.37% are presented, applying a concentration of 5mg / mL, 69.33% applying a concentration of 10mg / mL, and 75.26% applying a concentration of 15mg / mL. In conclusion, the efficiency of the chitosan sponge which adsorbs the concentration of oils and fats from the wastewater of the automotive mechanical company at a concentration of 15 mg / mL, with a statistical probability of 75.26%, was determined. Chitosan sponge is a viable option for future wastewater treatment research.

**Keywords:** adsorption of oils and fats, residual water, chitosan sponge efficiency

## I. INTRODUCCIÓN

La contaminación de las aguas por descargas residuales constituye una creciente preocupación de escala mundial, surgida por la elevada tasa de crecimiento poblacional e inadecuado tratamiento de las aguas residuales. Según Larios, Gonzales y Morales (2015), indican que las aguas residuales no tratadas representan el 70% en Latinoamérica no son tratadas. Por otro lado, el OEFA (2014), menciona que en Perú son generados aproximadamente 2 217 946 m<sup>3</sup> de aguas residuales por día las cuales son descargadas al alcantarillado, donde es tratado solo el 32%. En Lima son generados 1 202 286 m<sup>3</sup> aproximadamente de aguas residuales por día, que se descargan la red de alcantarillado, donde sólo el 20,5% de estas recibe tratamiento.

Según Vargas (2017), el agua residual proveniente de procesos realizados en talleres de mecánica automotriz, donde se utiliza aceites, detergentes, grasas y otros productos químicos, en su mayoría es vertido directamente al alcantarillado sin previo tratamiento, excediendo así los valores máximos admisibles establecido por D.S N° 010-2019-VIVIENDA (VMA) afectando no sólo al ecosistema, sino, también a la infraestructura, redes y plantas de tratamiento de agua residual. De igual modo, Arroyo *et al.* (2008), considera a los residuos de aceites lubricantes como sustancia de difícil biodegradación y se clasifica como residuos peligrosos por la reglamentación establecida en el convenio de Basilea.

Adicionalmente, en la Provincia Constitucional del Callao se registra de manera significativa descargas de aguas de aceites y grasas al alcantarillado, cabe indicar que en este distrito se encuentran ubicados distintos talleres automotrices, donde se observa que uno de sus procesos es el lavado de piezas, motores y componentes, registra una cantidad significativa de agua residual industrial contaminada por aceites y grasas. Asimismo, se visualiza, en la *Figura 1*, la obtención de una concentración máxima de 5,4 mg/L de aceites y grasas en la localidad de Supe-Paramonga, seguido del Callao donde se obtuvo una concentración máxima de 4,7 mg/L (MINAM, 2015). También, es preciso 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 dispuesto en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

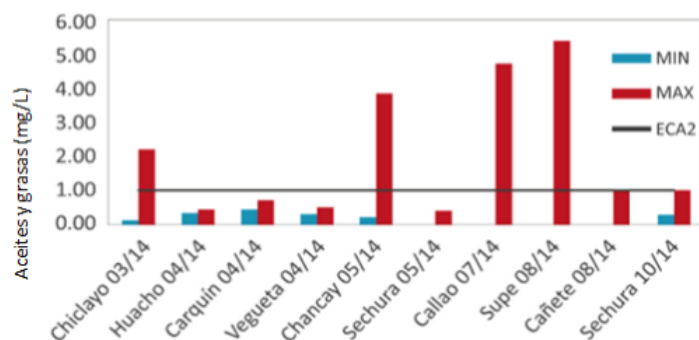


Figura 1. Aceites y grasas en aguas superficiales.

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

Por otro lado, la empresa Rectificaciones Machulo E.I.R.L, es un taller automotriz, dedicado al servicio de mantenimiento, reparación y limpieza de piezas automotrices, esta empresa aún no cuenta con la implementación de tratamiento de aguas residuales para la reducción de aceites y grasas. Es decir, no cumple con todos los compromisos y requisitos legales en materia ambiental, localizando desviaciones en la disposición final de todas sus aguas residuales industriales.

Por lo tanto, el presente informe de investigación se basó en la elaboración de esponjas a base de quitosano hidrofóbico a través de un proceso de congelación controlada, con el propósito de adsorber de las aguas residuales los aceites y grasas generados por la empresa de la mecánica automotriz antes mencionada, siendo un método accesible y económico que permitirá reducir el impacto al medio ambiente.

De acuerdo con la realidad problemática, se planteó como problema general: ¿Cuál es la eficiencia de la esponja de quitosano para la reducción de aceites y grasas de las aguas residuales de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020?, como problemas específicos: ¿Cuál es la concentración adecuada de quitosano que permite reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020?; ¿Cuál es la variación de las propiedades físicas y químicas que genera los tratamientos (esponja de quitosano) de las aguas residuales no

domésticas del alcantarillado de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020?; ¿Cuál es el tiempo de remoción de aceites y grasas con la aplicación de la esponja de quitosano en las aguas residuales de una empresa mecánica automotriz, Lima - 2020?.

La justificación del estudio se conformó por cuatro aspectos. Desde el punto de vista ambiental la presente investigación contribuye con el fortalecimiento de estrategias de gestión de recursos hídricos, mediante el uso de la esponja elaborada con quitosano, proceso que no genera contaminación y permite lograr el incremento de la disponibilidad hídrica para otros usos de relevancia social y natural. En lo social permite brindar un proceso de economía circular a las aguas contaminadas por la actividad automotriz, beneficiando a la comunidad urbana en la mejora su hábitat y de su calidad de vida. Además, contribuir con la gestión que viene impulsado la Autoridad Nacional del Agua, en beneficio de la disposición final del recurso hídrico. En lo económico el método propuesto y desarrollado, como alternativa de solución tiene ventaja de presentar gran accesibilidad y bajo costo. Asimismo, en el aspecto metodológico, se planteó una alternativa sustentable mediante la elaboración de esponjas a base de quitosano hidrofóbico a través de un proceso de congelación controlada, a fin de ser usados para reducir la contaminación del agua residual existente en una empresa de mecánica automotriz, estando de acorde con las especificaciones del Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA.

Los objetivos del presente informe de investigación, guardaron relación con los problemas planteados; de ese modo, se tuvo como objetivo general: Determinar la eficiencia de la esponja de quitosano para la reducción de aceites y grasas de las aguas residuales de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020; mientras que los objetivos específicos fueron: Determinar la concentración adecuada de quitosano que permite reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020; Determinar la variación de las propiedades físicas y químicas que genera los tratamientos (esponja de quitosano) de las aguas residuales no domesticas del alcantarillado de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020; Determinar el tiempo de remoción de aceites y grasas con la

aplicación de la esponja de quitosano en las aguas residuales de una empresa mecánica automotriz, Lima - 2020.

Para la orientación y delimitación de la investigación se planteó la hipótesis, donde se permitió relacionar las variables propuestas, de esa manera se pudo resolver el problema plasmado en la investigación; como hipótesis general: La esponja de quitosano es eficiente para la reducción de aceites y grasas de las aguas residuales de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020. Mientras que las hipótesis específicas fueron: La concentración de quitosano es adecuada para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020; Las propiedades físicas y químicas varían con los tratamientos (esponja de quitosano) de las aguas residuales no domésticas del alcantarillado de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020; El tiempo de remoción de aceites y grasas con la aplicación de la esponja de quitosano en las aguas residuales de una empresa mecánica automotriz, Lima-2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de informe de investigación, se partió de la búsqueda de diversos trabajos previos tanto a nivel internacional como nacional para la obtención de antecedentes, donde se destaca el uso de quitosano como adsorbente de aceites y grasas de aguas residuales, entre ellos:

Se han encontrado estudios con quitosanos de mariscos, donde utilizaron la prueba de absorción gravimétrica (GAT) que tuvo como resultado la absorbancia de equilibrio de 41.7 y 48.3 g  $g^{-1}$  para los crudos livianos con densidades de 0.823 y 0.942 g  $cm^{-3}$  a temperatura ambiente, excediendo las capacidades de absorción de muchos sorbentes de aceite sintético reportados hasta ahora (Bidgoli, et al., 2019).

Por otro lado, a través del método de inmersión en una solución de bromohexadecano etanol. Los espectros IR, indicaron el exitoso recubrimiento de bromododecano en la superficie de la esponja C / HNT, lo que permitió la hidrofobicidad y lipófila de esta construcción donde se midió la capacidad de absorción para diversos aceites y grasas, incluidos metilbenceno, aceite de semilla de girasol, dicloruro de carbono, n-hexano, cloroformo y acetona, también exhibió una excelente capacidad de separación de aceite y agua con una eficiencia de separación del 98.7% (Zhao, et al., 2019).

En una investigación con cascarilla de arroz emplearon tiramientos de uso de adsorbentes naturales (Bioadsorción) de coagulación y floculación, en el que obtuvieron los siguientes resultados: los valores de turbidez obtenidos con el tratamiento de cascarilla de arroz disminuyeron de 454 hasta 93 NTU, con un 80,39% de eficiencia de remoción, los valores de los parámetros fisicoquímicos realizados al final del tratamiento fueron 199.729 mg/L a 79 m/L de DQO, el pH inicial fue de 9 y el final de 4,65. La remoción total de aceites y grasas del agua residual al final del proceso fue de un 99,55% (Cercado, et al., 2019).

Con el método de síntesis de grafeno poroso se obtuvieron adsorbentes efectivos para una amplia gama de iones, aceites y solventes orgánicos, exhibiendo alta

selectividad, buena reciclabilidad y excelentes capacidades de absorción mayores del 90% (Tabish, et al., 2018).

La metodología que utilizaron fueron 03 placas de aluminio que representaron al ánodo y tres placas de aluminio que representarían a cátodos. Se obtuvieron como resultados 96.849 % de reducción en DBO<sub>5</sub>; 94.538 % de reducción en DQO; 92.685 % de remoción en SST; 98.646 % de reducción en la turbiedad; 96.729 % de remoción en el contenido de aceites y grasas y 87,118 % de reducción en el contenido de nitrógeno (Paitán y Sifuentes, 2018).

Así también, diseñaron un caudal de 666.84 litros/día, optando por un biodigestor de 600 – 750 litros. Los resultados obtenidos usando el PET, respecto a DBO<sub>5</sub>, se afirmó que removi6 en promedio de 53.58%, quedando un remanente de un 46.41% de DBO<sub>5</sub> no removida y con el uso de esponjas la DBO<sub>5</sub> se removi6 un promedio de 55.99%, quedando un remanente de un 44.09% de DBO<sub>5</sub> no removida, demostrando que el uso de la esponja resulta m6s eficiente. Con el uso del PET, respecto a DQO, se afirmó que se degrad6 en promedio un 38.37%, qu6micamente hasta CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O quedando un remanente de un 61.62 % de DQO no degradable. Mientras que, al haber utilizado la esponja, se ha degradado en promedio un 51.11 %, qu6micamente hasta CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O quedando un remanente de un 48.89 % de DQO no degradable. Indicando que la esponja es de mayor eficiencia (Le6n, 2018).

Para el tratamiento de aguas residuales de tenerías se aplic6 el quitosano modificado, plateando la adsorción se cromo VI, para quitosano modificado con zinc (Quitosano-Zn) y quitosano modificado con cobre (Quitosano-Cu), as6 como su aplicaci6n en aguas residuales, habi6ndose obtenido que fue m6s efectivo el adsorbente quitosano-Cu para la remoci6n de cromo VI en aguas residuales con una eficiencia de remoci6n del 98% (Romero, S6nchez y Benavente, 2018).

La metodolog6a fue diseñar materiales cer6micos y pol6meros, tales como la tierra de diatomita y el quitosano, con el prop6sito de contribuir a la descontaminaci6n, siendo amigables con el medio ambiente y con facilidad para ejercer su aplicaci6n a trav6s de la fabricaci6n de filtros para remover los contaminantes presentes en el



agua. Los resultados con lo que respecta a pH fue un pH inicial de 7,37 y final 7,65, obteniéndose una variación de 0,28 unidades de pH (Caballero y Zuni, 2017).

Utilizaron el método de liofilización fácil con la asistencia de reticulación de tripolifosfato de sodio (TPP), la estructura porosa tridimensional dotó a las esponjas MCTCS de gran volumen de poros y buena propiedad de compresión, logrando absorber eficazmente el aceite con una capacidad de absorción de hasta 60 veces su propio peso. El resultado de separación de aceite y agua fue de hasta el 99% (Chunping, et al., 2017).

Se utilizó una dosis de 1.3 g. de enzimas biocatalizadoras (lipasa y carbohidrasa) en los efluentes derivados de la producción industrial de quesos en una muestra de 16 litros, manteniendo un tiempo de remoción de 15 días para la aplicación del tratamiento enzimático. Obteniéndose con la enzima lipasa la reducción de concentración de aceites y grasas de 670.93 mg/L a 155.49mg/L que permitió un nivel de reducción de 76.82% y la enzima carbohidrasa logró la reducción de concentración de aceites y grasas de 670.93mg/L a 145.07 mg/L que permitió un nivel de reducción de 78.38%. (Curo, 2017).

Por otra parte, diseñaron una esponja de poliuretano (PU) que tuvo la característica de ser superhidrofóbico, poroso, poco denso y elástico. Dicha esponja fabricada, demostró la eficiencia de separación de aceite del agua de más del 99%, y su eficiencia de absorción de aceite, manteniendo una recuperación ecológica del aceite a través de una aplicación de exprimido simple (Thi y Lee, 2017).

Se aplicó 7 g. de Amilasa en 30 ml de aguas de efluentes generados a partir del proceso de lavado de vehículos (autos), instalándose aireadores en el recipiente para mejorar la eficiencia de remoción, el tratamiento se mantuvo durante un tiempo de remoción de 10 semanas, obteniéndose una remoción de 49% de aceites y grasas. (Vargas, 2017).

Por otro lado, el uso de los aerogeles de grafeno esponjoso porosa por óxido de grafeno reducido, produjo la formación de una esponja compacta. Esta micro

estructura presentó deformación reversible de 90%, una resistencia a la compresión de 63 kpa y estabilidad viscoelástica, facilitando el reciclaje sin afectar el rendimiento de absorción de aceite, además, puede aislar el aceite del agua de manera eficiente mediante bombeo continuo. Estas grandes capacidades y características convierten al grafeno como elemento atractivo para la recuperación a gran escala del petróleo derramado (Luo, *et al.*, 2017).

Elaboraron un filtro a nivel de laboratorio con 15 mm de altura de capas la grava, 35 mm de altura de capa de carbón activado grueso a base de cáscara de coco, 75 mm de altura de fréjol blanco triturado, 50 mm de altura de fréjol rojo triturado y 15 mm de altura de carbón activado fino, para cuyo proceso de filtración se emplearon un tiempo de 31 días, donde se lograron un porcentaje de remoción de aceites y grasas de 42.35 %, obtuvieron los siguientes resultados: de 89,81% de turbiedad, 57,70% de DBO<sub>5</sub>, 58,13% de DQO, 42,35% de Aceites y Grasas, 99,34% de TPH, 85, 63% de SST y 27,84% de Sólidos Totales (Molina, 2016).

La metodología fisicoquímica convencional de adsorción demostró que los granos de esporopolenina presentes en la red de quitosano, tienen alta monodispersidad y gran consistencia. Luego de la coagulación y reticulación en tratamientos los granos podrían retener su integridad estructural para algún grado por sus características y como resultado las cavidades se redujeron o desaparecieron un 70% (Sargin y Arslan, 2015).

El método de test de jarras permitió elaborar un diseño factorial completamente aleatorio 2k, también se aplicó una dosis de 2 mg (quitosano)/L (muestra) a un pH de 5.5 y con agitación rápida para una muestra contaminada, logrando una disminución en la turbidez en 98.19%, en 78.17% la demanda química de oxígeno, en un 91.45% el color y en 99.09% hidrocarburos totales de petróleo (Álava, 2015).

La metodología gravimétrica, permitió determinar la cantidad de aceite absorbido, así mismo, para estimar la cantidad residual de aceite emplearon el método de espectroscopia (IR). También, determinaron que la turba carbonizada a temperatura de 200-250°C y modificada por ácido acético, tiene una alta capacidad

de sorción. Los absorbentes que se introdujeron, pudieron aumentar la eficiencia de la limpieza de la superficie del agua hasta que el agua esté casi limpia y el contenido residual de aceite en el agua sea inferior a 0,03 g / L (Rotar, et al, 2014).

Mediante la mezcla de microorganismos benéficos (MB), se pueden reducir cargas contaminantes en agua residual provenientes de una planta de producción de industria láctea, logrando reducciones en los SST de 78,77% (tarde) y 71,48% (mañana); en los ST de 70,45% (tarde) y 70,34% (mañana); en la DBO<sub>5</sub> 68,58% (tarde) y 61,22% (mañana); y en la DQO 71,65% (tarde) y 66,96% (mañana) (Herrera y Corpas, 2013).

También se comparó la eficiencia de filtración de membranas de quitosano 1,75% m/v con glutaraldehído (0,08% m/v) y sin entrecruzarlos. Asimismo, materiales biodegradables fueron usados para remover metales pesados de aguas minimizando el consumo energético y brindando soluciones accesibles, efectivas y aplicables a problemas específicos. En ese sentido, obtuvieron que el cromo presentó mayor remoción a través de las membranas entrecruzadas, ajustándose al modelo de isoterma de Freundlich (Mora, et al., 2012).

La metodología empleada fue demostrar cuál de los tres métodos aplicados resultaba el más eficiente la aplicación de 3 métodos: Método A (uso de goma arábica), Método B que (uso de cabello natural y artificial) y Método C (uso de resina epoxi). Por lo que, se obtuvieron remociones de aceites y grasas de hasta más del 90 %, este porcentaje mayor, corresponden a los métodos A y B. (Vidales, Leos y Campos., 2010)

La necesidad de entender las variables o parámetros que interviene en el desarrollo del informe de investigación, permiten desarrollar las teorías relacionadas al tema se detallan a continuación:

La quitina proviene de la palabra griego (*tunic*, envoltura) son los polímeros naturales más abundantes, clasificados en segundo lugar después de la celulosa. Entre las principales la quitina generalmente son los exoesqueletos diversos tipos de crustáceos. Así como también, los organismos terrestres, marinos,

microorganismos como hongos y enzimáticamente a partir de materiales de desecho de conchas de crustáceos, ya que, se da mayor facilidad de encontrar estos residuos. Por otra parte, la quitina consta de 2-acetamido-2-desoxi- $\beta$ -D-glucosa unidas a través de un enlace  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4), el cual es muy insoluble y de baja reactividad química y puede considerarse como una celulosa en el grupo hidroxilo en la posición C-2 y se sustituye por un grupo acetamido (Figura.2). Por lo tanto, la quitina es un material inelástico, polisacárido nitrogenado (Ahmed, 2017).

Por consiguiente, el quitosano es un copolímero de bloque por 2-amino-2-desoxi-D-glucosa (glucosamina) y 2-acetamido-2-desoxi-D-glucosa (D-glucosacetoamida) (Figura.2), que generalmente se deriva de las conchas de los camarones y otros crustáceos marinos. Ciertamente en su comercio el quitosano se produce por desacetilación de quitina . La quitina es el elemento estructural en el exoesqueleto de los crustáceos (Kin, 2010). Asimismo, menciona que se constata que las aplicaciones de los biopolímeros son muy extensas, que ya son existentes en los sectores como la agricultura, medicina que su y su utilización es habitual y muy conocida, sin embargo, esto constituye actualmente la importancia de la investigación (Kim, 2013).

Por otro lado. La coagulación y floculación en tratamientos de aguas residuales proporciona el control de la formación de espuma de lodos activados es un proceso esencial en la eliminación de lodos y a la vez es importante para la reducción efectiva del costo de procesamiento final, para su separación por sedimentación, flotación y/o filtración (Bratby, 2016)

Por esta razón, para obtención de quitosano a partir de exoesqueletos de crustáceo (cangrejo), primero se debe obtener previamente la Quitina, pues es derivado de esta y contiene grandes cantidades de quitina, un polisacárido que se puede extraer después de la desproteínización y desmineralización de los exoesqueletos, los anélidos, los celentéreos, moluscos y hongos (Hamed, Özogul y Regenstein, 2016).

Seguidamente para la obtención del exoesqueleto del camarón consiste en recolectar de botaderos de desechos de industrias pesqueras, en muelles o playas; o en restaurantes marinos la extracción de la pulpa (parte comestible), pues para estas actividades los “caparazones” del crustáceo se consideran inservibles (Barra,

et al, 2012). Se considera el aislamiento de la quitina como la separación de los caparazones y el lavado con abundante agua, en el cual se retira los restos orgánicos que pudieran estar presentes. Los exoesqueletos que se obtengan, se deben secar en una estufa a 60-70 °C. Luego del secado pasan a ser triturados en morteros hasta obtener un polvo de un color rojizo (Barra, Romero y Beltramino, 2012).

La desmineralización consiste en disminuir una cantidad de elementos como potasio y calcio presentes en los exoesqueletos con una solución de HCl 1.3N en una relación sólido-líquido o soluto-solvente a una temperatura de 25°C (temperatura ambiente) durante 1 hora, para la obtención de quitosano (Barra, Romero y Beltramino, 2012).

Por consiguiente, para el proceso de la desproteización consiste en separar el material biológico presente. Por ello se realiza la desproteización de la muestra, se coloca la muestra desmineralizada en una solución de 30mL de NaOH 0.8N a una temperatura de 80°C durante 4 horas de agitación constante (con un agitador magnético). Posterior a esto se debe lavar la quitina con abundante agua destilada hasta obtener un pH neutro y se filtra con papel de filtro. El sólido seco obtenido será finalmente la Quitina (Barra, Romero y Beltramino, 2012).

Para la obtención del quitosano se debe realizar la desacetilación de quitina que se obtiene al someterse al proceso de desacetilación (Figura 4), mediante el cual, es convertido en quitosano, por sus condiciones ácidas o alcalinas, a través del ácido lo que permite generar otras reacciones no deseadas (Barra, Romero y Beltramino, 2012).

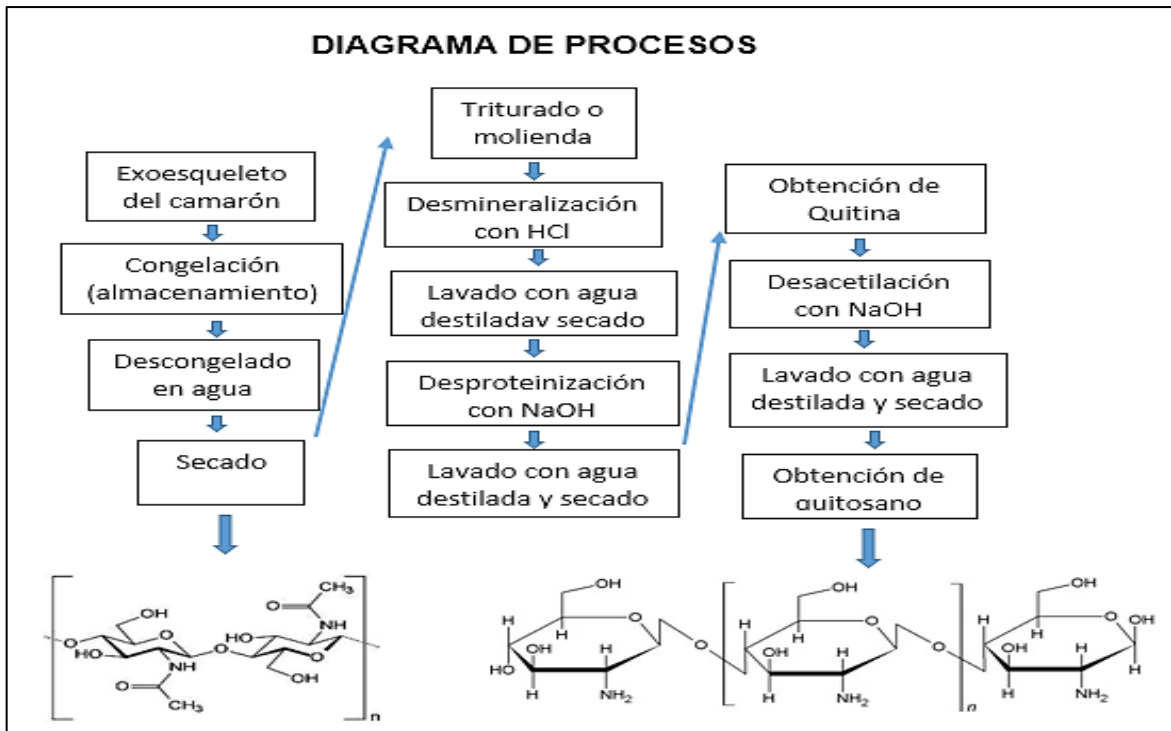


Figura 2. Diagrama de procesos para la elaboración de quitosano (Adaptado de Barra, Romero y Beltramino, 2012).

Asimismo, la contaminación del agua, según Ministerio del Ambiente se define como la acumulación de sustancias, también como el derrame de algún contaminante que afecta a un sistema hídrico (río, mar, cuenca, etc.) modificando la calidad del agua (MINAM, 2016, p.18).

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014) las Aguas residuales se definen como aguas en las cuales sus características iniciales fueron alteradas por diversas actividades humanas y por tal su calidad necesita de un tratamiento anticipado, para anteriormente ser reusadas o vertidas hacia un cuerpo de agua o descargadas a un sistema de alcantarillado.

El pH es una medida que indica el grado de acidez o de alcalinidad de una sustancia. Por consiguiente, se indica la relación de 0 a 7 para soluciones acidas y de 7 a 14 soluciones alcalinas (Larios, Gonzales y Morales, 2011, p.2).

Según los especialistas del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento los valores máximos admisibles (VMA) en la tabla (Tabla 1), se califican como el valor

de concentración de sustancias físicas o químicas que califican a un efluente que es descargado al sistema o red de alcantarillado sanitario (2009).

**Tabla 1.** *Valores Máximos Admisibles para descargas a alcantarillado.*

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGIA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno.	mg/L	DBO <sub>5</sub>	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	DQO	1000
Sólidos suspendidos Totales	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/L	AyG	100

Fuente: Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA

Según la Ley General del Ambiente –Ley N 28611 del Artículo 120.- De la protección de la calidad de las aguas, el estado promueve el tratamiento de las aguas residuales, con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reúso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizaron.

Según el Decreto Supremo N° 010-2019- Vivienda, se aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento; garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales. En el Artículo 2.- Aprobación de los Valores Máximos Admisibles (VMA) para el sector saneamiento: Apruébese los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 que forman parte integrante de la presente norma.

Las aguas residuales no domésticas cuyas descargas sobrepasen los valores

contenidos en el Anexo N° 1, deberán efectuar el pago adicional por exceso de concentración, conforme a lo establecido por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento - SUNASS, pudiéndose llegar en los casos que se establezca en el Reglamento, incluso a la suspensión del servicio de alcantarillado sanitario. Los parámetros contenidos en el Anexo N° 2 no pueden ser sobrepasados. En caso se sobrepase dichos parámetros, el usuario será sujeto de suspensión del servicio.

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.



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Los estudios explicativos fuera de la descripción de conceptos o fenómenos, se basaron en establecer la relación entre conceptos; es decir, fueron dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, porque se relacionó dos a más variables (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). Por ello, la presente investigación es de tipo aplicativo porque desarrolló la parte experimental, mediante tratamientos a partir de esponja de quitosano como adsorbente de aceites y grasas. Mencionan que el diseño experimental tiende a escoger dos grupos, en los que se prueba una variable sin ningún tipo de trato y la otra se manipula, de manera intencional; para luego hacer la comparación respectiva (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

La investigación tuvo un diseño experimental, porque se realizó el proceso de comparación de la muestra control (agua residual no doméstica) con la muestra experimental (agua residual obtenida después del tratamiento de la esponja de quitosano como adsorbente de aceites y grasas), así también es de corte longitudinal ya que se observará los cambios de las características del agua residual, antes y después del tratamiento.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

La presente investigación planteó como variable dependiente: Esponja de quitosano como adsorbente. De igual modo, se tiene como variable Independiente: Reducción de aceites y grasas de aguas residuales de una Mecánica Automotriz, Lima – 2020.

#### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

La **población** del estudio estuvo comprendida por las aguas residuales con aceites y grasas industriales provenientes del taller mecánico automotriz llamada “Rectificaciones Machulo “en Urb. Buena Vista San Martín de Porres, que tiene un volumen de  $150m^3$  de agua residual semanal.

La **muestra** es de 20 Litros de aguas residuales industriales contaminadas con aceites y grasas proveniente del área de lavado de motores del taller automotriz en “Rectificaciones Machulo “en Urb. Buena Vista San Martin de Porres 15304, Lima (Tabla 3). La muestra fue probabilística, ya que, la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las causas relacionadas con las características de la investigación.

**Tabla 2.** *Datos de toma de muestra.*

<b>Toma de muestra</b>	
Ubicación	Urb. taller automotriz “Machulo” Av. Canta Callao Mz. "B" Lt.20 Urb. Buena Vista, San Martin de Porres.
Fecha	02 de Julio del 2020
Hora	7:35 p.m.
Cantidad de Muestra	25 litros

Además, se recolectó la muestra por ser un estudio a escala piloto preexperimental de subtipo pre y post prueba, se tomó una muestra simple, dicha muestra fue recolectada en un lugar específico por un lapso de tiempo corto. Este lapso representó un momento en el tiempo y un lugar en el espacio del área donde se tomó la muestra.

La unidad de análisis es de 1 L por frasco, obtenido en la toma de muestra de la etapa de Pre y post tratamiento de agua residual industrial contaminada con aceites y grasas proveniente del área de lavado de motores del taller automotriz “Rectificaciones Machulo“, en la etapa de Pre y post tratamiento.

Además, la metodología aplicada para toma de muestra fue alineada al Protocolo de Monitoreo de aguas residuales, Normativa Técnica Nacional NTP – ISO 5667 – 10 – 2012. Calidad de Agua. Muestreo. Parte 10: Guía para el muestreo de aguas residuales, así como extractos de la Resolución de Consejo Directivo N° 044 – 2012 – SUNASS – CD (Directiva sobre VMA). Cabe resaltar que los instrumentos utilizados fueron revisados y validados por especialistas con amplios conocimientos relacionados con el tema. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

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

La técnica de esta investigación fue la observación experimental ya que para Valderrama (2015), la observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables a través de un conjunto de dimensiones e indicadores.

Los instrumentos de recolección de datos son fichas de registro diseñadas de acuerdo a los objetivos planteados en esta investigación, adjuntados como anexos, descritos de la siguiente manera:

- **Ficha N°1:** Ficha de recolección de muestra de agua residual. (Anexo 2).
- **Ficha N°2:** Ficha de las características físicas y químicas del agua residual. (Anexo 3).
- **Ficha N°3:** Ficha de recolección de residuo. (Anexo 4).
- **Ficha N°4:** Ficha de caracterización de esponja de quitosano (Anexo 5).
- **Ficha N°5:** Ficha de tiempo de remoción. (Anexo 6).
- **Ficha N°6:** Ficha de las características físicas y químicas del agua residual. (Anexo 3).
- **Ficha N°7:** Ficha de resultados de eficiencia. (Anexo 7)

Para la validez de los instrumentos de la presente tesis han sido observados y analizados por especialistas al tema; es decir, docentes colegiados de la universidad César Vallejo. De tal manera que se obtuvo un promedio en la evaluación de instrumentos de 88.3 %. Ver Tabla 3.

**Tabla 3.** Validación de instrumento.

<b>NOMBRE DEL EXPERTO</b>	<b>% DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO</b>
Dr. Juan Julio, Ordoñez Gálvez	85%
Dr. Jorge Leonardo, Jave Nakayo	90%
Dr. Elmer, Benites Alfaro	90%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>88.3%</b>

La confiabilidad del instrumento se determinó a través de alpha de Cronbach, teniendo en cuenta los ítems de la validación de cada instrumento que fue evaluada por tres expertos colegiados. Ver Tabla 4.

**Tabla 4. Cálculo de Confiabilidad.**

Experto	ÍTEMS										Puntuación Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	850	
2	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	900	
3	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	900	
Total	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	Varianza Total	555.56
Promedio	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33	88.33		
Varianza Individual	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	$\sum$ Varianza Individual	55.56
VARIANZA MUESTRAL												
K = N° DE ÍTEMS					10							
ALPHA DE CRONBACH					1							

$$\alpha = \frac{10}{10-1} \left[ 1 - \frac{55.56}{555.56} \right] = 1$$

Interpretación:

El cálculo de Alpha de Cronbach ( $\alpha$ ) es 1, habiéndose hallado alto el rango de confiabilidad de los instrumentos de validación Al respecto (Molina, 2013) en su interpretación se considera que para  $\alpha > 0.9$ , el nivel de confiabilidad es alta.

### 3.5. Procedimientos

A continuación, se presenta el diagrama de proceso:

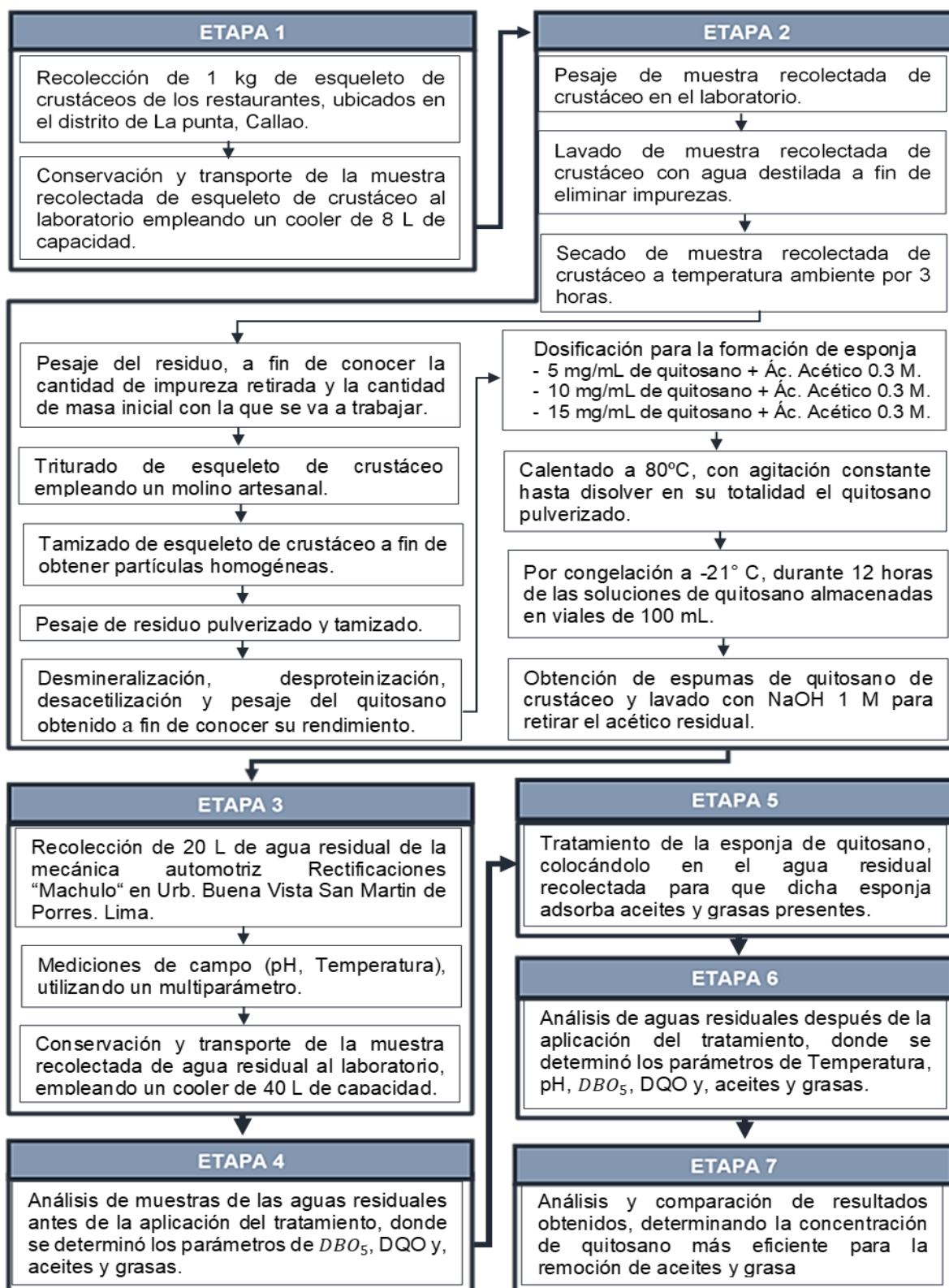


Figura 3. Diagrama de proceso de las etapas en la investigación.

Para la etapa 1 aislamiento de la quitina, se procedió a la recolección 1 kg de esqueleto de crustáceos de cangrejos en los restaurantes, ubicados en el distrito de La punta, en la provincia Constitucional del Callao. Para su recolección se introdujo el residuo en bolsa Ziploc y se colocó dentro un Cooler de 25L para conservar sus características iniciales (Figura 4).



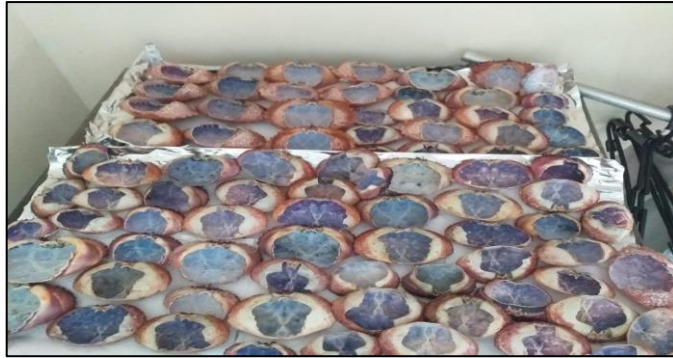
*Figura 4. Recolección de cangrejo en restaurante.*

Los residuos del cangrejo son separados (extracción de la pulpa, parte comestible), hasta obtener solo el caparazón (Figura 5).



*Figura 5. Obtención de exoesqueleto de cangrejo.*

Luego de que los residuos del cangrejo fueron separados de sus caparazones fueron lavados minuciosamente con abundante agua destilada quitando los restos orgánicos que pudieran estar presentes para ser secado en temperatura ambiente durante 24h (Figura 6).



*Figura 6. Lavado de exoesqueleto de cangrejos.*

Los exoesqueletos obtenidos se secaron en un horno a 125°C por un tiempo de 30 minutos y posteriormente fueron pesados (*Figura 7*).



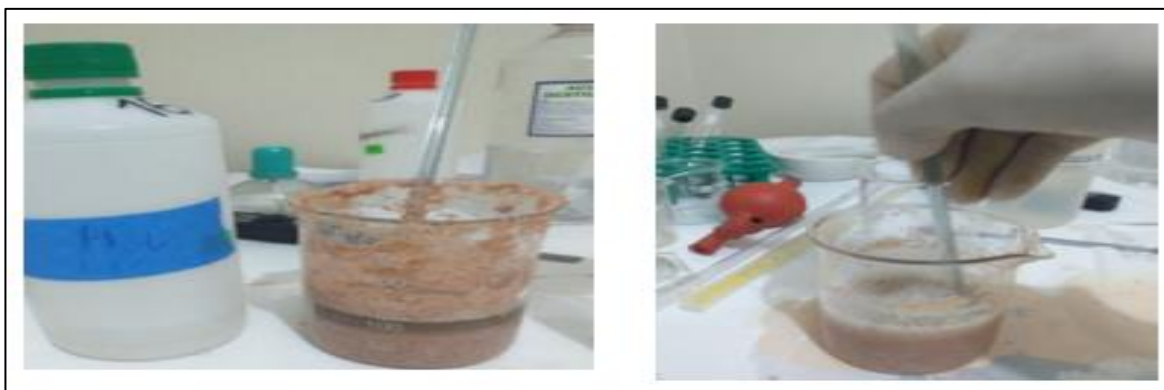
*Figura 7. Secado del exoesqueleto de cangrejo en un horno.*

Una vez retirado del horno los exoesqueletos de cangrejo fueron pesados y triturados en un molino hasta obtener un polvo de un color rojizo (*Figura 8*).



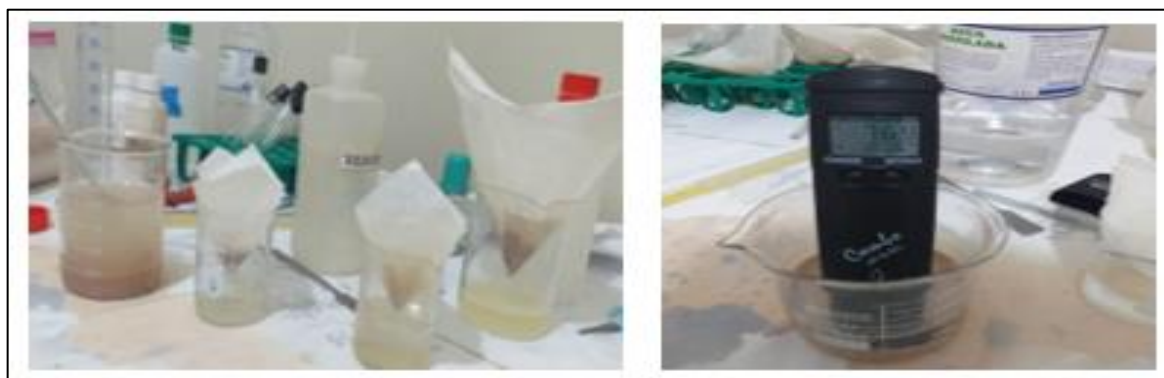
*Figura 8. Trituración de exoesqueleto de cangrejos.*

Desmineralización de quitina. El exoesqueleto del cangrejo tiene un contenido mineral entre 30% y 55% aprox. de carbonato de calcio principalmente. Por ello se llevó a cabo la desmineralización de los exoesqueletos. Se trabajó con 80g del polvo del exoesqueleto del crustáceo (cangrejo), tamizados, se colocó en un vaso precipitado de 250mL. Se preparó una solución de ácido clorhídrico (HCl) a una concentración de 1.8 N para eliminar los minerales como carbonato de calcio y el fosfato de calcio presentes en el crustáceo (cangrejo), en una agitación constante por 1 hora a temperatura ambiente (*Figura 9*).



*Figura 9.* Desmineralización de quitina.

Al concluir este procedimiento se procedió a lavar la quitina con abundante agua destilada durante 1 hora para ser eliminado el ácido hasta obtener un pH neutro y se filtró con papel de filtro rápido (*Figura 10*).



*Figura 10.* Lavado de quitina con agua destilada hasta obtener un pH neutro.

Desproteínización. En este proceso se realiza la separación del material biológico presente. Por ello se realizó la desproteínización de la muestra, colocando a la muestra desmineralizada en una solución de 250mL de NaOH 0.8N a una



temperatura de 80°C durante 4 horas de agitación constante (con un agitador magnético). Posterior a esto se lava nuevamente la quitina con abundante agua destilada hasta obtener un pH neutro y se filtra con papel de filtro. El sólido seco obtenido será finalmente la quitina (*Figura 11*).



*Figura 11.* Desproteínización de quitina.

Desacetilación de la quitina. La quitina obtenida, finalmente se somete al proceso de desacetilación, para ello se utilizó la cantidad de la quitina obtenida de los 100 g iniciales de exoesqueleto de camarón y se vertió en una solución de 250 mL de NaOH 13N (condición altamente alcalina, bajo las siguientes condiciones: temperatura de 150°C, durante 1 hora para el secado. En cada una de las etapas del proceso, el producto obtenido fue lavado cuidadosamente con agua destilada hasta obtener un pH neutro. Se pesó este producto final obteniéndose 37.6 g aprox. De quitosano (*Figura 12*).



*Figura 12.* Desacetilación de la quitina para la obtención de quitosano.

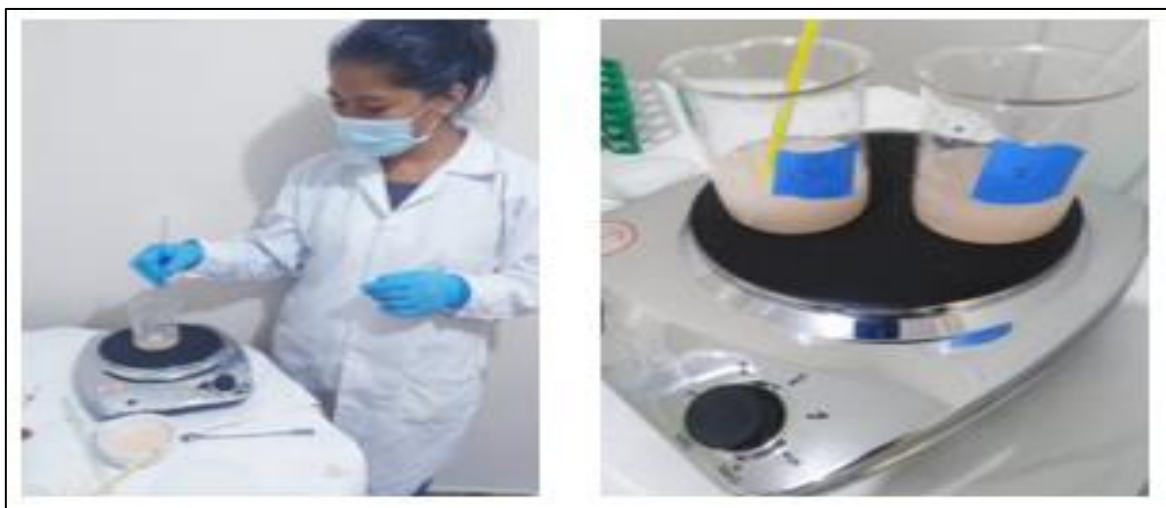
Por otro lado, en la etapa 2, se procedió a realizar la elaboración de la esponja de quitosano, se utilizó el quitosano pulverizado homogéneo para proporcionar tres

concentraciones: Concentración de 5mg/mL de quitosano, concentración de 10mg/mL y concentración de 15mg/mL los cuales fueron mezclados con una solución de ácido acético 0,3 M (*Figura 13*).



*Figura 13.* Mezcla de concentración de quitosano con solución de ácido acético 0,3 M.

Posteriormente, la solución se calentó a 50°C y se agitó con una barra magnética hasta disolver en su totalidad el quitosano pulverizado (*Figura 14*).



*Figura 14.* Agitación de la solución con una barra magnética.

Luego, se usó el método de congelación a temperatura controlada para fabricar las espumas de quitosano porosas. Las soluciones de quitosano se colocaron en viales de 100 mL y se congelaron a  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , empleando un refrigerador durante 12 horas para obtener las esponjas (Figura 15).



Figura 15. Agitación de la solución con una barra magnética.

Finalmente se obtuvo las esponjas de quitosano de las tres concentraciones que fueron de  $5\text{mg/mL}$ ,  $10\text{mg/mL}$  y  $15\text{mg/mL}$  (Figura 16), después del proceso de secado de la esponja se usó una solución de  $\text{NaOH}$   $1\text{ M}$  para lavar dicho ácido acético residual. Asimismo, la esponja de quitosano se lavó con agua destilada repetidamente hasta que el pH sea neutro.

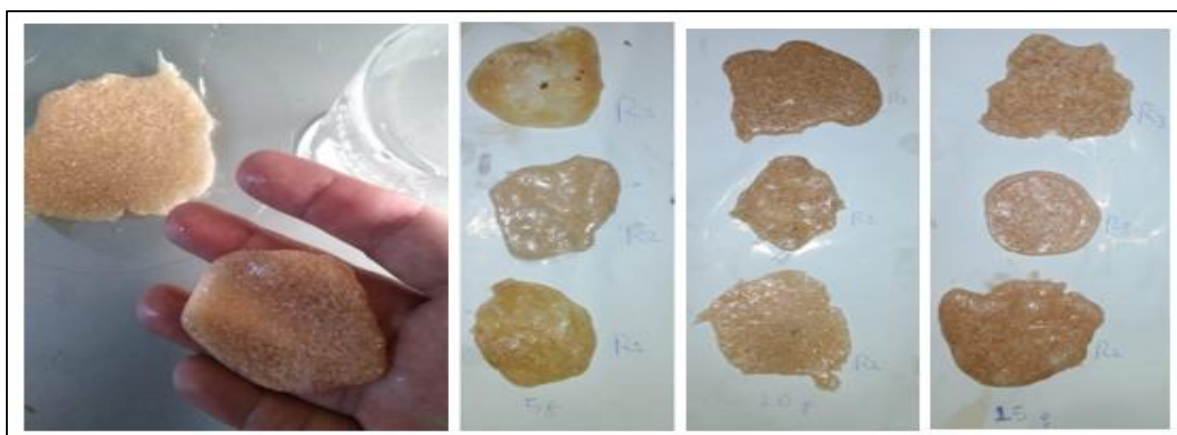


Figura 16. Obtención de la esponja de quitosano en diferentes concentraciones.

En la etapa 3, toma de muestra inicial. Se realizó la toma de muestra en un tanque de depósito de aguas residuales dentro del taller automotriz “Machulo”, ubicado en la Av. Canta Callao Mz. "B" Lt.20 Urb. Buena Vista, San Martín de Porres. Coordenadas UTM: 0273071E/ 8676349 N (Figura 17).



Figura 17. Imagen de GPS obtenida en Google eart.

**Metodología de trabajo.** Se realizó la toma de muestra de agua residual según la metodología NTP-ISO-5667-10-2012. Calidad de agua. Muestreo. Parte 10. Guía para el muestreo de aguas residuales.

**Trabajo en Campo.** El monitoreo de las aguas residuales fue realizado el día 02 de Julio del 2020, estado a cargo de las alumnas de la Universidad César Vallejo. Magali Esther Ramón Gamboa (identificado con DNI: 48300974) y Vanessa Ñaupá Garay (identificado con DNI: 47347530).

Se utilizó guantes quirúrgicos y mascarilla para evitar el contacto directo con el contaminante. Las muestras de las aguas residuales fueron colectadas en un balde de 20 L, previamente pre enjuagado tres veces por el agua residual, luego con una jarra de 50 mL fue mezclado de manera compuesta.

Por consiguiente, se tomó la muestra en los envases de acuerdo a los parámetros establecidos, los envases fueron esterilizados previamente. Se realizó la toma de muestras de agua residual in situ con el equipo multiparámetro marca HANNA, modelo HI 98129 calibrado y acreditado para la determinación de los parámetros de pH y temperatura (*Figura 18*).

Los resultados in situ de pH y temperatura dieron como resultado:

- pH :3.8
- Temperatura: 21.0 °C



Figura 18. Toma de muestra de agua residual en la empresa mecánica automotriz.

Se utilizó dos frascos de 1 L de polietileno para la toma de muestra de los parámetros de  $\text{DBO}_5$  y  $\text{DQO}$ , para una adecuada preservación para el análisis de  $\text{DBO}_5$  se debe preservar el frío a  $4\text{ }^\circ\text{C}$  de la tal manera que el tiempo de vida máximo de la muestra sea de 48 horas.

Para la preservación de  $\text{DQO}$  se le hecho  $1\text{ mL}$  de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hasta llegar a un  $\text{pH} < 2$ , además se debe preservar en Frío a  $4\text{ }^\circ\text{C}$  para que el tiempo máximo de vida sea de 28 días (Figura 19).



Figura 19. Preservación de las muestras de muestras de  $\text{DBO}_5$  y  $\text{DQO}$ .

Para la toma de muestra de aceites y grasas se utilizó un frasco de vidrio ámbar de boca ancha de 1 L, para una adecuada preservación se agregó 1 mL de  $H_2SO_4$  hasta llegar a un pH < 2, se debe mantener en frío a 4°C, la muestra preservada tiene un tiempo de vida máximo de 28 días (*Figura 20*).



*Figura 20.* Toma de muestra de AyG y su preservación.

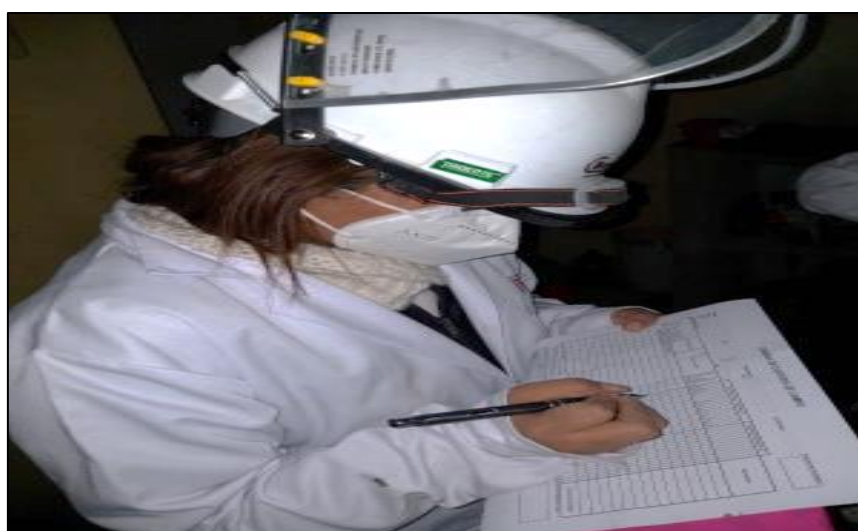
Posteriormente se rotulo y etiqueto las muestras y se conservó en un cooler en frío, luego fue llevado al laboratorio (*Figura 21*).



*Figura 21.* Rotulación de muestras de AyG, DBO5 y DQO.

Para las técnicas e instrumentos de recolección de datos del muestreo inicial se utilizó la hoja de campo y cadena de custodia como medio de recolección de datos para corroborar la fecha, lugar, hora, condiciones físicas de la muestra, los resultados de los parámetros obtenidos en campo y la seguridad de los resultados. La muestra presentó una tonalidad marrón oscura lo que indicó una alta presencia de aceites y grasas, se verificó una regular presencia de sólidos.

Las muestras se preservaron y conservaron de acuerdo a los parámetros a analizar del anexo 1 y anexo 2 de los VMA siguiendo el protocolo de la guía de muestreo de agua residual. Por otro lado, no se presentó ninguna incidencia en la toma de muestra, lo cual garantiza la seguridad de los resultados en laboratorio (Figura 22).



*Figura 22.* Recolección de datos en cadena de custodia.

Luego, en la etapa 4, se realizó el análisis muestras de las aguas residuales antes de la aplicación del tratamiento, donde se determinó los parámetros de Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y pH en campo mediante la utilización de un multiparámetro. Seguidamente, se tomó muestras para la evaluación de  $\text{DBO}_5$ , DQO y aceites y grasas como muestra inicial, de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de aguas residuales, Normativa Técnica Nacional NTP – ISO 5667 – 10 – 2012, que fueron analizados por un experto en un laboratorio.

**Tabla 5.** Resultados de la muestra inicial y comparación con los valores máximos admisibles.

<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Anexo 1</b>
Aceites y grasas	225 mg/L	100mg/L
DBO <sub>5</sub>	843 mg/L	500mg/L
DQO	1253 mg/L	1000 mg/L
<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Anexo 2</b>
Ph	3.88	6-9
Temperatura	°C 21	<35 °C

Se puede verificar que la empresa “Machulo” ha excedido la concentración de todos los parámetros del anexo 1 y en caso reciba una visita de inspección de parte de sedapal debió realizar un pago adicional de acuerdo a la metodología establecida por la SUNASS.

Además, no solo excedió en anexo 1, sino que a su misma vez los resultados del anexo 2 sobre pasaron los valores máximos admisibles de pH y temperatura, lo que quiere decir que si no realiza un tratamiento de sus aguas residuales recibirá una notificación para la suspensión temporal del servicio de alcantarillado (Tabla 5).

Etapa 5, se implementó un plan piloto con tres vasos precipitados de 250 mL y de 100 mL con papel filtro donde se tomaron en cuenta los factores de tiempo de adsorción, concentración de la esponja de quitosano y la concentración inicial del agua residual de la mecánica automotriz Machulo.



Se realizó entonces el tratamiento del agua residual con la esponja de quitosano de 5 mg/mL, colocándolo en el papel filtro en forma de un cono y vaso precipitado de 250 mL, donde se realizó tres tratamientos de adsorción por un tiempo de 30min (*Figura 23*).



*Figura 23.* Esponja de quitosano de diferentes concentraciones.

Así mismo, se realizó el tratamiento del agua residual con la esponja de quitosano de 10 mg/mL, colocándolo en el papel filtro en forma de un cono y vaso precipitado de 250 mL donde se realizó tres tratamientos de adsorción por un tiempo de 30min. A continuación, se realizó el tratamiento del agua residual con la esponja de quitosano de 15 mg/mL, colocándolo en el papel filtro en forma de un cono y vaso precipitado de 250 mL, donde se realizó tres tratamientos de adsorción por un tiempo de 30min (*Figura 24*).



*Figura 24.* Tratamiento de adsorción de tres concentraciones de esponja de quitosano.

Se observó que la esponja de quitosano de 5 mg/mL, después del tratamiento, presentó un color marrón lo cual indica una disminución mínima de aceites y grasas, sin embargo la esponja de quitosano de 10 mg/mL, después del tratamiento, presentó un color más claro indicando una reducción más óptima de aceites y grasas del agua residual, se observó que la esponja de quitosano de 15 mg/mL después del tratamiento presento un color rojizo lo cual indico una reducción optima de aceites y gasas del agua residual (*Figura 25*).



*Figura 25.* Fotografía de los resultados después del proceso de adsorción por 30 minutos.

En la etapa 6, se realizó el análisis de muestras de las aguas residuales después de la aplicación del tratamiento, donde se determinó los parámetros de Temperatura, pH,  $DBO_5$ , DQO y aceites y grasas del agua residual. Los parámetros de Temperatura ( $^{\circ}C$ ) y pH se midieron por medio de la utilización de un multiparámetro marca HANNA, modelo HI 981229; luego, los parámetros de  $DBO_5$ , DQO y aceites y grasas fueron evaluados por un experto en un laboratorio, se aplicó la siguiente metodología de análisis de las aguas residuales (Tabla 6).

**Tabla 6.** Metodología de análisis.

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)
	APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
	APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B

Finalmente, en la etapa 7, se procedió con la comparación de resultados obtenidos, respecto a los parámetros fisicoquímicos, luego de la aplicación del tratamiento de la esponja de quitosano en el agua residual fueron comparados y se determinó la concentración de quitosano más eficiente para la adsorción de aceites y grasa. Se eligió la esponja de quitosano T1 para la comparación de los resultados dado que fue más eficiente (Tabla 7).

**Tabla 7.** Resultados después del tratamiento con esponja de quitosano.

<b>Parámetros</b>	<b>Concentración de la esponja de quitosano</b>	<b>Resultados después del tratamiento</b>	<b>Valor inicial</b>	<b>Anexo 1</b>
Aceites y grasas	5 mg/mL	118 mg/L	225 mg/L	100 mg/L
	10 mg/mL.	65 mg/L		
	15 mg/mL	53 mg/L		
DBO <sub>5</sub>	5 mg/mL	507 mg/L	843 mg/L	500 mg/L
	10 mg/mL.	325 mg/L		
	15 mg/mL	314 mg/L		
DQO	5 mg/mL	733 mg/L	1253 mg/L	1000 mg/L
	10 mg/mL.	557 mg/L		
	15 mg/mL	503 mg/L		
<b>Parámetros</b>	<b>Concentración de la Esponja de Quitosano</b>	<b>Resultados después del Tratamiento</b>	<b>Valor Inicial</b>	<b>Anexo 2</b>
pH	5 mg/mL	5.08	3.82	6-9
	10 mg/mL.	5.62		
	15 mg/mL	6.08		
Temperatura	5 mg/mL	20.4°C	21°C	<35°C
	10 mg/mL.	20.1°C		
	15 mg/mL	20.1°C		

Los resultados de la eficiencia de adsorción en las esponjas de quitosano para el tratamiento de aguas residuales fueron calculados por la diferencia entre el valor inicial y el resultado después del tratamiento de las aguas residuales, teniendo los siguientes resultados:

Para aceites y grasas, el resultado indica que la esponja de quitosano fue eficiente en la concentración mayor de 15 mg/mL a diferencia de la esponja con menor concentración que fue de 5.00 mg/mL, dado que la diferencia de adsorción entre la muestra inicial y la muestra después del tratamiento fue de 172 mg/L. Los resultados del agua residual después del tratamiento con la esponja de 15 mg/mL fue de 53 mg/ L cumpliendo con los indicadores de los valores máximos admisible del anexo 1.

Por consiguiente, para  $DBO_5$  el resultado indica que la esponja de quitosano fue eficiente en la concentración mayor de 15 mg/mL a diferencia de la esponja con menor concentración que fue de 5.00 mg/mL dado que la diferencia de remoción entre la muestra inicial y la muestra después del tratamiento fue de 529 mg/L. Los resultados del agua residual después del tratamiento con la esponja de 15 mg/mL fue de 314 mg/L cumpliendo con los indicadores de los valores máximos admisibles del anexo 1.

Asimismo, para DQO el resultado indica que la esponja de quitosano fue eficiente en la concentración mayor de 15 mg/mL a diferencia de la esponja con menor concentración que fue de 5.00 mg/mL, dado que la diferencia de remoción entre la muestra inicial y la muestra después del tratamiento fue de 750 mg/L. Los resultados del agua residual después del tratamiento con la esponja de 15 mg/mL fueron de 503 mg/L cumpliendo con los indicadores de los valores máximos admisibles del anexo 1.

Para pH, el resultado indica que la esponja de quitosano fue eficiente en la concentración mayor de 15 mg/mL a diferencia de la esponja con menor concentración que fue de 5.00 mg/mL, dado que se incrementó el valor del pH entre la muestra inicial y la muestra después del tratamiento teniendo como resultado un pH de 6.08 cumpliendo con los indicadores de los valores máximos admisibles.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Para la elaboración de cuadros se tomó los valores resultantes del análisis de la muestra de las aguas residuales antes y después de la aplicación de los tratamientos con la Esponja de quitosano. Seguidamente, se procedió con la elaboración de gráficos en las cuales se comparará la variación de las características físicas y químicas, considerando el tiempo empleado con cada dosis aplicada en los tratamientos.

En el procesamiento e interpretación estadística SPSS 25, se evaluó los datos según su tipo, que pueden ser cualitativas o cuantitativa, los cuales estarán expuestos en los instrumentos empleados. Luego, se procederá al procesamiento estadístico de la información recogida de la variación de las características físicas y químicas del agua residual, utilizando el método estadístico de la prueba de

normalidad para evaluar el comportamiento de los valores obtenidos. Seguidamente se aplicará el método estadístico ANOVA de un factor, que permitirá comparar las reducciones respecto a las dosis de quitosano presentes en cada tratamiento, permitiendo validar la dosis adecuada para la reducción de aceites y grasas.

### **3.7. Aspectos éticos**

El trabajo de investigación al someterse a prueba experimental demostró la eficiencia del uso de la metodología, procedimiento y se obtuvo resultados que fueron expuestos para consulta pública, que permitió servir como base de estudio o consideración de antecedente a próximas investigaciones. Por lo cual, se brindó datos reales sin ninguna manipulación. De igual modo, los análisis de los parámetros químicos del agua residual antes y después de los tratamientos sometidos, se realizaron en un laboratorio por un experto acreditado, quien verifica la veracidad y la autenticidad de los resultados emitidos. A su vez, para temas de bases teóricas y metodológicas se realizó recopilaciones bibliográficas relacionadas al objetivo de estudio, mencionando el autor y año de la publicación correspondiente. Así como se establece en el código de ética del reglamento de investigación RR089 y turnítin.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos, fueron presentados de acuerdo a los objetivos específicos planteados:

**Objetivo específico 1:** Determinar la concentración adecuada de quitosano que permite reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

**Tabla 8.** Reducción de aceites y grasas respecto a concentración de quitosano.

Concentración de quitosano	Repeticiones	Aceites y grasas inicial (mg/L)	Aceites y grasas final (mg/L)	Reducción (%)	Promedio de Reducción (%)
5mg/mL	R1	225	105	53,33	50.37
	R2	225	112	50,22	
	R3	225	118	47,56	
10mg/mL.	R1	225	65	71,11	69.33
	R2	225	68	69,78	
	R3	225	74	67,11	
15mg/mL	R1	225	53	76,44	75.26
	R2	225	56	75,11	
	R3	225	58	74,22	

En la Tabla 8, se mostró las concentraciones de quitosano para la reducción de aceites y grasas donde se presenta valores de reducción promedio de 50.37% aplicando una concentración de 5mg/mL, 69.33% aplicando una concentración de 10mg/mL y 75.26% aplicando una concentración de 15mg/mL. Estos resultados, fueron procesados en el software estadístico IBM SPSS Statistics 25, a fin de validar la hipótesis específica 1, planteada en la presente investigación.

#### **Análisis de la Hipótesis Específica 1.**

Ha: La concentración de quitosano es adecuada para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

Para poder contrastar la hipótesis específica 1, fue necesario determinar si los datos de reducción de aceites y grasas respecto a las concentraciones aplicadas,

presentan un comportamiento paramétrico. Para ello, se procedió a realizar la prueba de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk, por ser muestras pequeñas.

**Tabla 9.** Prueba de normalidad de reducción de aceites y grasas.

Evaluación de parámetro	Concentración	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Reducción de Aceites y grasas	5 mg/mL	0,998	3	0,914
	10 mg/mL	0,964	3	0,635
	15 mg/mL	0,987	3	0,782

**Hipótesis: probaremos**

Ho: Los datos obtenidos de reducción de aceites y grasas respecto a la concentración de quitosano siguen una distribución normal.

Ha: Los datos obtenidos de reducción de aceites y grasas respecto a la concentración de quitosano no siguen una distribución normal.

**Estadística y región crítica de la prueba:**

Si p-valor <  $\alpha$ : rechaza Ho

Si p-valor >  $\alpha$ : no rechaza Ho

Se obtuvo **p-valores** de:

- Concentración 5mg/ml: 0,914
- Concentración 10mg/ml: 0,635
- Concentración 15mg/ml: 0,782

Donde  $\alpha$  de: 0.05

**Decisión**

Por la obtención de **p-Valores** mayores que  $\alpha$ , el **Ho** no se rechaza, en conclusión, los datos obtenidos de reducción de aceites y grasas respecto a la concentración de quitosano siguen una distribución normal. Aseverando que los datos se mantienen dentro de un rango de 95% de confiabilidad.

De la Tabla 9, se evidenció que la significancia de reducción de aceites y grasas respecto a la concentración de quitosano, tienen valores mayores a 0.05. Por lo tanto, conforme a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos paramétricos. Asimismo, puesto que se quiere conocer si existe la concentración de quitosano es adecuada para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020., se procedió al análisis con el estadígrafo de Anova de un Factor. Ver Tabla 10.

**Tabla 10.** Prueba de Anova de un factor de Reducción de aceites y grasas.

Reducción de aceites y grasas.	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1014,040	2	507,020	110,719	0,000018
Dentro de grupos	27,476	6	4,579		
Total	1041,516	8			

**Hipótesis: probaremos**

Ho: La concentración de quitosano no es adecuada para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

Ha: La concentración de quitosano es adecuada para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

**Regla de decisión**

Si p-valor <  $\alpha$ : rechaza Ho

Si p-valor >  $\alpha$ : no rechaza Ho

Se obtuvo **p-valor** de: 0,000018

Donde  **$\alpha$**  de: 0.05.

**Contrastación de hipótesis específica 1**

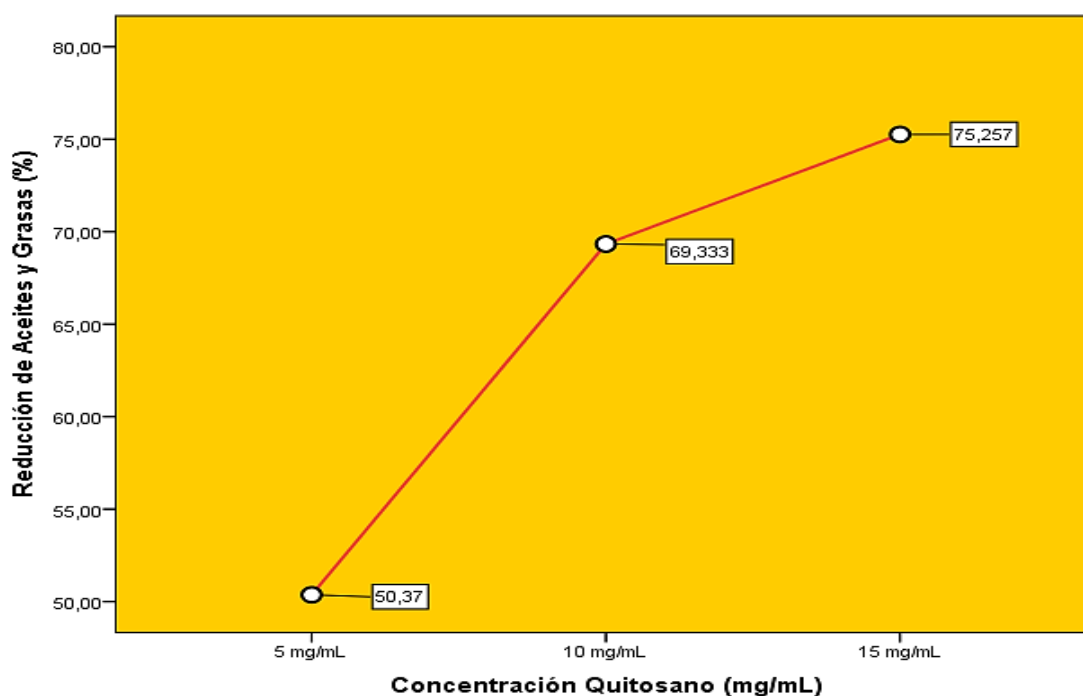
Analizados los resultados obtenidos, mediante el IBM SPSS Statistics 25, indicamos al 95% de confianza que se rechaza la hipótesis nula, debido a la obtención de p-valores menores que  $\alpha$ , concluyéndose que la concentración de quitosano es adecuada para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.



Luego, se procedió a realizar la prueba estadística de pos Hoc de HSD de Tukey a fin de determinar la concentración adecuada de quitosano que permitió reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, a través de la obtención de la mayor diferencia de medias con respecto al concentración de quitosano. Ver Tabla 11.

**Tabla 11.** Tukey de reducción de aceites y grasas respecto a concentración de quitosano.

Concentración	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
5 mg/MI	3	50,3700		
10 mg/MI	3		69,3333	
15 mg/mL	3			75,2567
Sig.		1,000	1,000	1,000



*Figura 26.* Gráfico de reducción de aceites y grasas, respecto a la concentración de quitosano.

En la *Figura 26*, se pudo apreciar que la aplicación de la concentración de 15mg/mL, presentó la mayor diferencia de medias (75,2567), lo que indica que es la concentración adecuada de quitosano que permite reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

**Objetivo específico 2:** Determinar la variación de las propiedades físicas y químicas que genera los tratamientos (esponja de quitosano) de las aguas residuales no domésticas del alcantarillado de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020.

**Tabla 12.** Variación de propiedades físicas y químicas.

Propiedades físicas y químicas	Concentración de quitosano	Repeticiones	Valor inicial (mg/L)	Valor final (mg/L)	Variación	Reducción (%)	Promedio de Reducción (%)
Temperatura (C°)	5mg/mL	R1	21	20.3	0.7	3.33	2.86
		R2	21	20.4	0.6	2.86	
		R3	21	20.5	0.5	2.38	
	10mg/mL	R1	21	20.2	0.8	3.81	4.29
		R2	21	20.0	1	4.76	
		R3	21	20.1	0.9	4.29	
	15mg/mL	R1	21	20.0	1	4.76	4.92
		R2	21	19.8	1.2	5.71	
		R3	21	20.1	0.9	4.29	
pH (Unidad de pH)	5mg/mL	R1	3,82	5,08	-1.26	-	-
		R2	3,82	5,05	-1.23	-	
		R3	3,82	5,01	-1.19	-	
	10mg/mL	R1	3,82	5,62	-1.8	-	-
		R2	3,82	5,74	-1.92	-	
		R3	3,82	5,83	-2.01	-	
	15mg/mL	R1	3,82	6,08	-2.26	-	-
		R2	3,82	6,02	-2.2	-	
		R3	3,82	6,17	-2.35	-	
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	5mg/mL	R1	843	507	336	39.86	39.90
		R2	843	501	342	40.57	
		R3	843	512	331	39.26	
	10mg/mL	R1	843	325	518	61.45	61.17
		R2	843	330	513	60.85	
		R3	843	327	516	61.21	
	15mg/mL	R1	843	307	536	63.58	63.15
		R2	843	311	532	63.11	
		R3	843	314	529	62.75	
DQO (mg/L)	5mg/mL	R1	1253	733	520	41.50	41.13
		R2	1253	742	511	40.78	
		R3	1253	738	515	41.10	
	10mg/mL	R1	1253	557	696	55.55	56.10
		R2	1253	548	705	56.26	

		R3	1253	545	708	56.50	
	15mg/mL	R1	1253	503	750	59.86	59.51
		R2	1253	508	745	59.46	
		R3	1253	511	742	59.22	
Aceites y grasas (mg/L)	5mg/mL	R1	225	105	120	53,33	50.37
		R2	225	112	113	50,22	
		R3	225	118	107	47,56	
	10mg/ml.	R1	225	65	160	71,11	69.33
		R2	225	68	157	69,78	
		R3	225	74	151	67,11	
	15mg/mL	R1	225	53	172	76,44	75.26
		R2	225	56	169	75,11	
		R3	225	58	167	74,22	

La Tabla 12, mostró la variación de las propiedades físicas y químicas respecto a las concentraciones de quitosano empleadas, donde se presenta valores de variación promedio de temperatura, pH, DBO<sub>5</sub>, DQO y aceites y grasas. Estos resultados, fueron procesados en el software estadístico IBM SPSS Statistics 25, a fin de validar la hipótesis específica 1, planteada en la presente investigación.

### **Análisis de la Hipótesis Específica 2.**

Ha: Las propiedades físicas y químicas varían con los tratamientos (esponja de quitosano) de las aguas residuales no domesticas del alcantarillado de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020

Para poder contrastar la hipótesis específica 2, fue necesario determinar si los datos de variación de las propiedades físicas y químicas respecto a las concentraciones aplicadas de quitosano y evaluar si presentan un comportamiento paramétrico. Para ello, se procedió a realizar la prueba de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk, por ser muestras pequeñas.

**Tabla 13. Prueba de normalidad de variación de propiedades físicas y químicas**

Propiedades físicas y químicas	Concentración	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	5mg/ml	1,000	3	1,000
	10mg/ml	1,000	3	1,000
	15mg/ml	,964	3	,637
Ph	5mg/ml	,993	3	,843
	10mg/ml	,993	3	,843
	15mg/ml	,987	3	,780
DBO <sub>5</sub>	5mg/ml	,997	3	,900
	10mg/ml	,987	3	,780
	15mg/ml	,993	3	,843
DQO	5mg/ml	,996	3	,878
	10mg/ml	,923	3	,463
	15mg/ml	,980	3	,726
AyG	5mg/ml	,998	3	,915
	10mg/ml	,964	3	,637
	15mg/ml	,987	3	,780

**Hipótesis: probaremos**

Ho: Los datos obtenidos de variación de propiedades físicas y químicas siguen una distribución normal.

Ha: Los datos obtenidos de variación de propiedades físicas y químicas no siguen una distribución normal.

**Estadística y región crítica de la prueba:**

Si  $p\text{-valor} < \alpha$ : rechaza Ho

Si  $p\text{-valor} > \alpha$ : no rechaza Ho

Se obtuvo **p-valores** de:

- Temperatura: 1.000, 1.000 y 0.637
- pH: 0.843, 0.843 y 0.780
- DBO<sub>5</sub>: 0.900, 0.780 y 0.843
- DQO: 0.878, 0.463 y 0.726
- AyG: 0.915, 0.637 y 0.780

Donde  $\alpha$  de: 0.05

### Decisión

Por la obtención de **p-Valores** mayores que  $\alpha$ , la **H<sub>0</sub>** no se rechaza, en conclusión, los datos obtenidos de variación de propiedades físicas y químicas siguen una distribución normal. Aseverando que los datos se mantienen dentro de un rango de 95% de confiabilidad.

De la Tabla 13, se evidenció que la significancia variación de propiedades físicas y químicas, tienen valores mayores a 0.05. Por lo tanto, conforme a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos paramétricos. Asimismo, puesto que se quiere conocer si existe la concentración de quitosano es adecuada para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020., se procedió al análisis con el estadígrafo de T-Student. Ver Tabla 14.

**Tabla 14. Prueba de T-Student de variación de propiedades físicas y químicas.**

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Temperatura inicial - Temperatura Final	0,8444	,2186	,0729	,6764	1,0125	11,590	8	0,000003
Par 2	pH_inicial - pH_Final	- 1,8022 2	,46384	,15461	-2,15876	-1,44569	- 11,656	8	0,000003
Par 3	DBO5_Inicial - DBO5_Final	461,44 4	94,176	31,392	389,055	533,834	14,700	8	0.0000004 5075
Par 4	DQO_Inicial - DQO_Final	654,66 7	106,210	35,403	573,027	736,307	18,492	8	0.0000000 75376
Par 5	AyG_Inicial - AyG_Final	146,22 2	25,675	8,558	126,487	165,958	17,086	8	0.0000001 3993

### **Hipótesis: probaremos**

Ho: Las propiedades físicas y químicas no varían con los tratamientos (esponja de quitosano) de las aguas residuales no domesticas del alcantarillado de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020

Ha: Las propiedades físicas y químicas varían con los tratamientos (esponja de quitosano) de las aguas residuales no domesticas del alcantarillado de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020

### **Regla de decisión**

Si  $p\text{-valor} < \alpha$ : rechaza Ho

Si  $p\text{-valor} > \alpha$ : no rechaza Ho

Se obtuvo **p-valor** de:

- Temperatura: 0,000003
- pH: 0,000003
- DBO<sub>5</sub>: 0.00000045075
- DQO: 0.000000075376
- AyG: 0.00000013993

Donde  $\alpha$  de: 0.05.

### **Contrastación de hipótesis específica 2**

Analizados los resultados obtenidos, mediante el IBM SPSS Statistics 25, al 95% de confianza se rechaza la hipótesis nula, debido a la obtención de p-valores menores que  $\alpha$ , concluyéndose que Las propiedades físicas y químicas varían con los tratamientos (esponja de quitosano) de las aguas residuales no domesticas del alcantarillado de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020.

**Objetivo específico 3:** Determinar el tiempo de remoción óptimo, que permitió reducir la mayor concentración de aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

**Tabla 15.** Reducción de aceites y grasas respecto al tiempo de remoción.

Tiempo de remoción	Repeticiones	Aceites y grasas inicial (mg/L)	Aceites y grasas final (mg/L)	Reducción (%)	Promedio de Reducción (%)
30 min	R1	225	106.61	52.62	52.47
	R2	225	105.26	53.22	
	R3	225	108.99	51.56	
60 min	R1	225	73.98	67.12	67.20
	R2	225	71.71	68.13	
	R3	225	75.69	66.36	
90 min	R1	225	53.01	76.44	75.26
	R2	225	56.00	75.11	
	R3	225	58.01	74.22	

En la Tabla 15, se mostró el tiempo de remoción empleado para la reducción de aceites y grasas donde se presentó valores de reducción promedio de 52.47% en un tiempo de 30 minutos, 67.20% en un tiempo de 60 minutos y 75.26% en un tiempo de 90 minutos. Estos resultados, fueron procesados en el software estadístico IBM SPSS Statistics 25, a fin de validar la hipótesis específica 3, planteada en la presente investigación.

#### **Análisis de la Hipótesis Específica 1.**

Ha: El tiempo de remoción fue óptimo para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

Para poder contrastar la hipótesis específica 3, fue necesario determinar si los datos de reducción de aceites y grasas respecto a los tiempos de remoción empleados, presentaron un comportamiento paramétrico. Para ello, se procedió a realizar la prueba de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk, por ser muestras pequeñas.

**Tabla 16.** Prueba de normalidad de reducción de aceites y grasas respecto a los tiempos de remoción.

Evaluación de parámetro	Tiempo de remoción	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Reducción de Aceites y grasas	30 minutos	0,975	3	0,697
	60 minutos	0,993	3	0,845
	90 minutos	0,987	3	0,782

**Hipótesis: probaremos**

Ho: Los datos obtenidos de reducción de aceites y grasas respecto al tiempo de remoción siguen una distribución normal.

Ha: Los datos obtenidos de reducción de aceites y grasas respecto al tiempo de remoción no siguen una distribución normal.

**Estadística y región crítica de la prueba:**

Si p-valor <  $\alpha$ : rechaza Ho

Si p-valor >  $\alpha$ : no rechaza Ho

Se obtuvo **p-valores** de:

- 30 minutos: 0,697
- 60 minutos: 0,845
- 90 minutos: 0,782

Donde  $\alpha$  de: 0.05

**Decisión**

Por la obtención de **p-Valores** mayores que  $\alpha$ , el **Ho** no se rechaza, en conclusión, los datos obtenidos de reducción de aceites y grasas respecto al tiempo de remoción siguen una distribución normal. Aseverando que los datos se mantienen dentro de un rango de 95% de confiabilidad.

De la Tabla 16, se evidenció que la significancia de reducción de aceites y grasas respecto al tiempo de remoción, tienen valores mayores a 0.05. Por lo tanto, conforme a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos



paramétricos. Asimismo, puesto que se quiere conocer si el tiempo de remoción es óptimo para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020., se procedió al análisis con el estadígrafo de Anova de un Factor. Ver Tabla 17.

**Tabla 17.** Prueba de Anova de un factor de Reducción de aceites y grasas respecto al tiempo de remoción.

Reducción de aceites y grasas.	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	801,410	2	400,705	438,216	0,0031435
Dentro de grupos	5,486	6	0,914		
Total	806,896	8			

**Hipótesis: probaremos**

Ho: El tiempo de remoción no fue óptimo para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

Ha: El tiempo de remoción fue óptimo para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

**Regla de decisión**

Si p-valor <  $\alpha$ : rechaza Ho

Si p-valor >  $\alpha$ : no rechaza Ho

Se obtuvo **p-valor** de: 0,0031435

Donde  $\alpha$  de: 0.05.

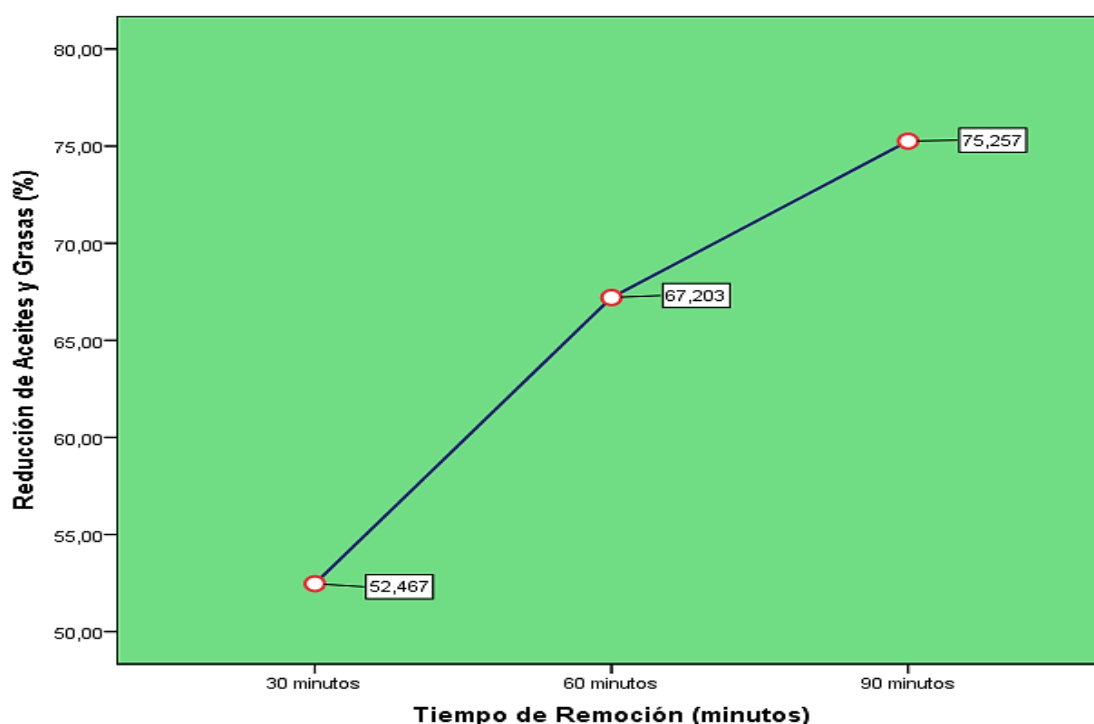
**Contrastación de hipótesis específica 3**

Analizados los resultados obtenidos, mediante el IBM SPSS Statistics 25, indicamos al 95% de confianza que se rechaza la hipótesis nula, debido a la obtención de un p-valor menor que  $\alpha$ , concluyéndose que el tiempo de remoción fue óptimo para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

Luego, se procedió a realizar la prueba estadística de pos Hoc de HSD de Tukey a fin de determinar el tiempo de remoción óptimo, que permitió reducir la mayor concentración de aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, a través de la obtención de la mayor diferencia de medias con respecto al tiempo de remoción. Ver Tabla 18.

**Tabla 18.** Tukey de reducción de aceites y grasas respecto al tiempo de remoción.

Tiempo de remoción	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
30 minutos	3	52,4667		
60 minutos	3		67,2033	
90 minutos	3			75,2567
Sig.		1,000	1,000	1,000



*Figura 27.* Gráfico de reducción de aceites y grasas, respecto a la concentración de quitosano.

En la *Figura 27*, se pudo apreciar que el tiempo de remoción de 90 minutos, presentó la mayor diferencia de medias (75,2567%), lo que indicó que fue el tiempo óptimo para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, Lima – 2020.

## **Prueba de hipótesis general**

Ho: La esponja de quitosano no es eficiente para la reducción de aceites y grasas de las aguas residuales de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020

Ha: La esponja de quitosano es eficiente para la reducción de aceites y grasas de las aguas residuales de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020

## **Regla de decisión**

Si p-valor <  $\alpha$ : rechaza Ho

Si p-valor >  $\alpha$ : no rechaza Ho

Los **p-valores** obtenidos de las hipótesis específicas, fueron:

- **Hipótesis específica 1:**
  - Concentración de quitosano: 0,000018
- **Hipótesis específica 2:**
  - Temperatura: 0,000003
  - pH: 0,000003
  - DBO<sub>5</sub>: 0.00000045075
  - DQO: 0.000000075376
  - AyG: 0.00000013993
- **Hipótesis específica 3:**
  - Tiempo de remoción: 0,0031435

Donde  $\alpha$  de: 0.05.

## **Contrastación de hipótesis general**

Analizados los resultados obtenidos, mediante el IBM SPSS Statistics 25, al 95% de confianza se rechaza la hipótesis nula, debido a la obtención de p-valores menores que  $\alpha$ , concluyéndose que la esponja de quitosano es eficiente para la reducción de aceites y grasas de las aguas residuales de una empresa mecánica automotriz, Lima – 2020

## V. DISCUSIÓN

Una vez culminado con los resultados obtenidos en el presente estudio se puede afirmar que la esponja de quitosano, es eficiente en la adsorción de aceites y grasas de aguas residuales en una mecánica automotriz.

En la presente investigación se pudo notar que la esponja de quitosano de mayor concentración 15 mg/mL tuvo la mayor eficiencia de adsorción de aceites y grasas, el cual se pudo corroborar de acuerdo al trabajo previo de Romero, Sánchez y Benavente (2018), en su investigación reportó que la aplicación de quitosano modificado para el tratamiento de aguas residuales de tenerías para la adsorción se cromo VI, obtuvo una eficiencia de remoción del 98% , siendo el mayor porcentaje de descontaminación en las aguas residuales.

Para la elaboración de la esponja de quitosano poroso se utilizó el método de congelación a temperatura controlada de -21 °C durante 12 horas obteniendo una buena estructura de consistencia en las tres concentraciones de la esponja de 15 mg/mL , el resultado con mayor adsorción fue de 75.26%, estos resultados guardan relación con lo que sostiene CHUNPING,H. (2017), el cual indica que por el método de liofilización dotó a las esponjas un gran volumen de poros y buena propiedad de compresión, logrando absorber eficazmente el aceite con una capacidad de absorción de hasta 60 veces su propio peso, teniendo como resultado la separación de aceite hasta un 99%. De la misma manera THI, V. y LEE, B. (2017), diseñaron una esponja de poliuretano (PU) que tuvo la característica de ser superhidrofóbico, poroso, poco denso y elástico, dicha esponja fabricada, demostró la eficiencia de separación de aceite en el agua a más del 99%.

En cuanto a la adsorción de aceites y grasas de las aguas residuales, se realizó el tratamiento con las esponjas de quitosano de 15 mg/mL en periodo de 90 minutos logrando una reducción de 75.26 % de aceites y grasas resultando el más óptimo en la adsorción de aceites y grasas en el tratamiento. Coincidimos con los investigadores, VIDALES, LEOS y CAMPO. (2019) quienes han utilizado cabello natural y artificial para las remociones de aceites y grasas donde obtuvieron el 90%

de remoción de aceites y grasas. Contrastando con CURO (2017), quien aplicó una dosis de 1.3 g. de enzimas biocatalizadoras (lipasa y carbohidrasa), en un tiempo de remoción de 15 días, obteniendo un nivel de reducción de concentración de aceites y grasas de 76.82% y 78.38% respectivamente. Asimismo, VARGAS (2017), aplicó 7 g. de Amilasa en 30 ml de aguas de efluentes generados a partir del proceso de lavado de vehículos (autos), manteniendo el tratamiento durante un tiempo de remoción de 10 semanas, logrando una remoción de 49% de aceites y grasas. A su vez, MOLINA (2016), utilizó un filtro artesanal de 15 mm de grava, 35 mm de carbón activado grueso a base de cáscara de coco, 75 mm de fréjol blanco triturado, 50 mm de fréjol rojo triturado, 15 mm de carbón activado fino a base de cáscara de coco, estableciendo un tiempo de remoción de 31 días, donde alcanzó 42.35% de remoción de aceites y grasas.

Se llevó a realizar los análisis de los parámetros fisicoquímicos por un periodo de 7 días donde se obtuvieron como resultados: 6.8 de pH, 20.1°C, 63.15 % de  $DBO_5$ , 59.51 % de DQO con mayor eficiencia de adsorción de 75.26 % de aceites y grasas con las esponjas de quitosano de 15 mg/mL. Por otro lado, CERCADO, M. (2019) obtuvo una máxima adsorción con el tratamiento de cascarilla de arroz en los parámetros fisicoquímicos realizados al final del tratamiento fueron de 79 m/L de DQO y pH final de 4,65. La remoción de aceites y grasas del agua residual fue de un 99,55%. Por otra parte, MOLINA, M. (2016) consiguió una máxima filtración a base de cáscaras de coco obteniéndose los siguientes resultados: de 57,70% de  $DBO_5$ , 58,13% de DQO, 42,35% de Aceites y Grasas. También con los autores, PAITAN, M y SIFUENTES, G. (2018) consiguieron una máxima remoción, mediante el uso de 3 placas de aluminio, de igual modo sus resultados fueron 96.849 % de reducción en  $DBO_5$ ; 94.538 % de reducción en DQO; 92.685 % y 87,118 % aceites y grasas.

## **VI. CONCLUSIÓN**

Se determinó que la esponja de quitosano con 3 cm de diámetro y 1 cm de altura, elaborados a temperatura ambiente (25°C) y manteniendo un tamaño de partícula de quitosano de 50  $\mu\text{m}$ , fue eficiente para reducir la concentración de aceites y grasas de las aguas residuales de la empresa mecánica automotriz a una concentración de 15mg/mL, con una probabilidad estadística del 75,26%.

Se determinó que la concentración adecuada de quitosano que redujo aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz es de 15mg/mL dado que los resultados indican que a mayor concentración de quitosano el tratamiento es mucho más eficiente a un tiempo determinado.

Se determinó la variación de las propiedades físicas y químicas que generó el tratamiento utilizando la esponja de quitosano en las aguas residuales no domesticas del alcantarillado de una empresa mecánica automotriz.

Se determinó que el tiempo de remoción de 90 minutos fue óptimo para reducir aceites y grasas del agua residual de una mecánica automotriz, dado que los resultados indicaron que en ese tiempo se obtuvo la mayor eficiencia de reducción (75,26%).

## **VII. RECOMENDACIONES**

Utilizar la esponja de quitosano a escala mayor en trampa de grasa para tratamiento de aguas residuales no solo para el rubro de mecánica automotriz sino también en diferentes plantas de producción con el objetivo de evaluar su eficiencia.

Evaluar mayores concentraciones de quitosano (superiores a 15mg/mL) presentes en las esponjas para el tratamiento de reducción de aceites y grasas a fin de determinar la mayor eficiencia de reducción o en todo caso eliminación de la presencia de aceites y grasas, teniendo en cuenta que para elaborar la esponja de quitosano se debe usar el equipo de liofilizador para obtener un mayor ciclo de vida.

Elaborar el quitosano con los exoesqueletos de una misma especie dado que puede vulnerar la pureza del producto final durante su procedimiento de obtención y de su función, sufriendo diversas variaciones en las propiedades físicas y químicas en las aguas residuales no domesticas del alcantarillado, producto de la diferencia existente entre las especies de exoesqueletos y no por la cantidad de concentraciones de quitosano utilizado en las esponjas (5mg/mL, 10mg/mL y 15mg/mL).

Se debe evaluar mayores tiempos de remoción (superiores a 90 minutos) para identificar el máximo porcentaje de reducción de aceites y grasas presente en aguas residuales, que se puede alcanzar con la aplicación de tratamientos de quitosano.

## REFERENCIAS

ÁLAVA, Juan. *Aplicación de quitosano como biocoagulante en aguas residuales contaminadas con hidrocarburos*. [En línea]. Ecuador: Universidad Técnica de Manabí, 2015. pp. 52-64. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v6n3/1390-6542-enfoqueute-6-03-00052.pdf> ISSN: 1390-6542

AHMED, Shakeel y IKARAM, Saiqa. *Chitosan Derivatives, composites and applications*. Retrieved from ohn Wiley & Sons, Incorporated. 2017-08-28. ISBN: 9781119364818.

ARROYO, Maroto, et al. Aplicación de sistemas de biorremediación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos. *Div. Protección Ambiental de Suelos, España, 2002*.

BARRA, Ayelén, ROMERO, Aníbal y BELTRAMINO, Juan. *Obtención del Quitosano*. Sitio argentino de Producción Animal [en línea]. Santa Cruz, Argentina: Escuela Agropecuaria Provincial N° 1 de Gobernador Gregores, 2012 [fecha de consulta: 21 de octubre de 2019]. Disponible en:

[http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_peces/piscicultura/173-Quitosano.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/173-Quitosano.pdf)

BIDGOLI, Hosein, et al. A hydrophobic/oleophilic chitosan-based sorbent: Toward an effective oil spill remediation technology. *Revista Journal of Environmental Chemical Engineering*, [en línea]. 7(5). Octubre de 2019, vol. 7, no 5, p. 103340. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2019]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343719304634>

BRATBY, J. *Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment*. 3 ed. Third Edition. IWA Publishing. 2016-04-15. ISBN: 9781780407500.



CABALLERO, Paul, ZUNI, Darwin. Elaboración de filtros de diatomita activada con adición de quitosano para la descontaminación de las aguas del río Chili a nivel de laboratorio. [En línea] Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, 2017. [Fecha de consulta: 07 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5076/MTcamepg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CERCADO, María, *et al.* Absorción de aceites y grasas en aguas residuales de lavadoras y lubricadoras de vehículos utilizando absorbentes naturales. *3C Tecnología*. [En línea]. Setiembre 2019. Vol. 8, no. 3, pp. 12-23 ProQuest Central. [Fecha de consulta 11 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://ojs.3ciencias.com/index.php/3c-tecnologia/article/view/787>

CHUNPING, Hao, *et al.* Recyclable and biodegradable superhydrophobic and superoleophilic chitosan sponge for the effective removal of oily pollutants from water. *Revista Chemical Engineering journal*. [en línea]. 330 (1): 423-432. Diciembre 2017. [Fecha de consulta 20 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894717313049#ab005>

CURO, Florbella. *Reducción de Concentraciones de Aceites y Grasas en un efluente de la producción de derivados lácteos a través de Lipasa y Carbohidrasa en Los Olivos-Lima, 2017*. [En línea]. Lima: Universidad César Vallejo, 2017. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2019]. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23918/Curo\\_RFR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23918/Curo_RFR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Decreto Supremo N° 010-2019-vivienda. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 11 de marzo de 2019.

D.L. N°1278- Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. [Fecha de consulta 19 de mayo del 2020]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-legislativo-n-1278/>

DIAZ, Jennifer. *Diseño de un humedal subsuperficial horizontal para el tratamiento de las aguas residuales oleosas en la Central Eléctrica fuel oil Santa Clara Industrial “Los Alevines”* [en línea]. Cuba: Universidad Central. 2014.[fecha de consulta: 28 de octubre 2019]. Disponible en:

<http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/193/Tesis%20Yeniffer%20D%C3%ADaz%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DUARTE, Edison, OLIVERO, Jesús y JARAMILLO, Beatriz. *Remoción de cromo de aguas residuales de curtiembres usando quitosano obtenido de desechos de camarón*. [En línea]. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2009. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2019]. Disponible en:

<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/2679>

HAMED, Imen; ÖZOGUL, Fatih; REGENSTEIN, Joe M. Industrial applications of crustacean by-products (chitin, chitosan, and chitooligosaccharides): A review. *Trends in food science & technology* [en línea]. Febrero, 2016, vol. 48, p. 40-50. [Fecha de consulta 29 de junio de 2020] Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224415002721>.

HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la Investigación*. 2006. Quinta Edición México-Editorial. ISBN: 978-607-15-0291-9.

HERRERA, Oscar y CORPAS, Eduardo. *Reducción de la contaminación en agua residual industrial láctea utilizando microorganismos benéficos*. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. [En línea]. Manizales, Colombia: Universidad Católica de Manizales: Manizales 11(1):57-67, 2013. [Fecha de consulta 06 de noviembre de 2019]. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n1/v11n1a07.pdf>

Instituto del Mar del Perú. (2014). *Informe Nacional sobre el estado del ambiente marino del Perú*, 2014. Lima: Imarpe. [Fecha de consulta 11 de octubre de 2019]. Disponible en:

<http://www.minam.gob.pe/esda/8-1-1-calidad-de-las-aguas-continentales-superficiales>

KIM, S. *Chitin, chitosan, oligosaccharides and their derivatives: Biological activities and applications*. Taylor & Francis Group. 2010-07-14. ISBN: 978-1-4398-1604-2.

KIM, S. *Characterization, isolation and applications*. Marine biomaterials. Taylor & Francis Group. 2013-04-11. ISBN: 9781466505650.

LARIOS, Fernando, GONZALES, Carlos y MORALES, Yennyfer. *Monitoreo de la Calidad del Agua*. Puerto Rico: Colegio de Ciencias Agrícolas, 2011.

Ley General del Ambiente – Ley N° 28611. [Fecha de consulta 09 de setiembre de 2019]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>

LEY N° 27314- Ley General de Residuos Sólidos. [Fecha de consulta 19 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>.

LEÓN, Karen. *Eficiencia de biodigestores usando pet y esponjas para la remoción de DQO, DBO del agua residual domestica - tuyu, marcara – Ancash*. Ancash, Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2018. [Fecha de consulta 6 de noviembre de 2019]. Disponible en:

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2830>

LOOSE, Dirk. *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento*. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [en línea]. Setiembre 2015. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>

LUO, Yuanzheng, et al. *Highly reusable and superhydrophobic spongy graphene aerogels for efficient oil/water separation*. Revista *Scientific reports*. [En línea].7, no

1, p. 7162. Agosto 2017 [fecha de consulta: 22 de setiembre de 2019] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5540914/>

MAUSSA, Álvaro y ORTEGA, Leonardo. *Análisis comparativo del desgaste en motores de vehículos a gasolina y gas natural vehicular para la empresa servicar en la ciudad de montería por medio de la cuantificación de elementos en aceites lubricantes empleando el espectrofotómetro de absorción atómica*. [En línea]. Córdoba, Colombia: Universidad de Córdoba, 2016. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2019]. Disponible en:

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/705/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ministerio del Ambiente (MINAM), 2015. Estudio De Desempeño Ambiental. [En línea], pp. 716. Disponible en:

[http://www.minam.gob.pe/esda/wp-content/uploads/2016/09/estudio\\_de-desempeño\\_ambiental\\_esda\\_2016.pdf](http://www.minam.gob.pe/esda/wp-content/uploads/2016/09/estudio_de-desempeño_ambiental_esda_2016.pdf).

Ministerio del Ambiente (MINAM). 2016. Disponible en:

<http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-3.pdf>

MOLINA, Mishel. *Elaboración de un filtro artesanal de agua utilizando materiales no convencionales, evaluando su eficiencia para la disminución de los niveles de contaminación de aguas residuales generada por una lavadora de autos*. [En línea] Ambato, Ecuador: Universidad técnica de Ambato, 2016. [Fecha de consulta: 05 de noviembre de 2019]. Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24606/1/Tesis%201086%20-%20Molina%20Garc%C3%ADa%20Mishel%20Estefan%C3%ADa.pdf>

MORA, Jesús, et al. *Desarrollo de membranas de quitosano y diseño de un equipo para la eliminación de metales pesados del agua*. Revista Tecnología en Marcha

[en línea]. Costa Rica. 25 (3): 3-18. 2012. [Fecha de consulta: 07 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es> › descarga › artículo.

MOLINA, JA Bojórquez, et al. Utilización del alfa de Cronbach para validar la confiabilidad de un instrumento de medición de satisfacción del estudiante en el uso del software Minitab MISP. En *11th LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013). "Innovation in Engineering, Technology and Education for Competitiveness and Prosperity"* August. 2013. p. 14-16.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Fiscalización ambiental en agua residual. [En línea]. 2014. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)

PAITÁN, Marco. y SIFUENTES, Gustavo. Remoción de contaminantes de aguas residuales de un matadero de equinos por el método de electrocoagulación a nivel de laboratorio. Huancayo: Universidad Nacional del centro del Perú, 2018. [Fecha de consulta: 06 de noviembre de 2019]. Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4376/Paitan%20D-Sifuentes%20C.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

QUAN Cheng; XIAO Lizhao. Robust and nanoparticle-free superhydrophobic cotton fabric fabricated from all biological resources for oil/water separation. *Revista International Journal of Biological Macromolecules* [en línea]. 140 (1): 1175-1182. Noviembre de 2019. [Fecha de consulta: 6 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813019354327>

REMEDIOS, A; GARCIA, E y LINARES, A. (2013). Evaluación de floculantes en pulpas de carbonato de níquel del proceso CARON. *Tecnología Química*, 33(1), 41-45. Recuperado en 31 de octubre de 2016. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852013000100005&lng=s&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852013000100005&lng=s&tlng=es).

ROMERO, M., SÁNCHEZ, S. y BENAVENTE, M. *Aplicación de quitosano modificado en el tratamiento de aguas residuales de tenerías*. Nexo revista

científica [en línea]. Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería. 31(2): 104-119. Diciembre 2018. [Fecha de consulta: 07 de noviembre de 2019]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/329579466\\_Aplicacion\\_de\\_quitosano\\_modificado\\_en\\_el\\_tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales\\_de\\_tenerias](https://www.researchgate.net/publication/329579466_Aplicacion_de_quitosano_modificado_en_el_tratamiento_de_aguas_residuales_de_tenerias)ISSN-E1995-9516

ROTAR, Olga, et al. *La limpieza de las aguas superficiales de los derrames de hidrocarburos uso de materiales absorbentes naturales*. Revista. Química de procedimientos.10 (1): 145-150. 2014. [fecha de consulta: 19 de octubre de 2019]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876619614000709>

SERGIN, Idris y ARSLAN, Gulsin. Chitosan/sporopollenin microcapsules: Preparation, characterisation and application in heavy metal removal. *Revista Internacional de Macromoléculas Biológicas*. [En línea]. 75(1): 230-238. Abril 2015. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2019] disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813015000501>

TABISH, Tanveer A., et al. A facile synthesis of porous graphene for efficient water and wastewater treatment. *Scientific reports (Nature Publisher Group)* [en línea]. Enero 2018, vol. 8, no 1, p. 1-14. [Fecha de consulta 10 de mayo de 2020]. Disponible en:

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-19978-8>

THI, Viet y LEE, Byeong. Novel fabrication of a robust superhydrophobic PU@ZnO@Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@SA sponge and its application in oil-water separations. *Revista PUBMED* [en línea]. Diciembre 2017. 7(1): 17520. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29235525>

VARGAS, Joshua. Aplicación de Amilasa para la reducción de Aceites y Grasas de los efluentes generados en el proceso de lavado de autos Comas – Lima. [En línea]. Lima: Universidad César Vallejo, 2017. [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2019]. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23919/Vargas\\_RJF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23919/Vargas_RJF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

VELÁSQUEZ, Cristóbal Lárez. Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. *Avances en química*, 2006, vol. 1, no 2, p. 15-21.

VIDALES, Amelia, LEOS, Marina y CAMPOS, María. *Extracción de Grasas y Aceites en los Efluentes de una Industria Automotriz*. Revista conciencia tecnológica. [En línea]. (40). México: Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Diciembre 2010. [Fecha de consulta: 07 de noviembre de 2019]. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es › descarga › artículo>

WANG, Mei, et al. Hierarchical porous chitosan sponges as robust and recyclable adsorbents for anionic dye adsorption. *Scientific reports*. [En línea]. , vol. 7, no 1, p. 18054. Diciembre de 2017. [Fecha de consulta 20 de setiembre 2019]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-18302-0>

ZHAO, Xiujuan, et al. Hydrophobically modified chitin/halloysite nanotubes composite sponges for high efficiency oil-water separation. *Revista International journal of biological macromolecules*. [En línea].132, p. 406-415. Julio de 2019. [Fecha de consulta 18 de octubre de 2019]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813018371514>

## ANEXOS

### Anexo 5. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIIDAD DE MEDIDA	
DEPENDIENTE	Esponja de quitosano como adsorbente	Esponjas de quitosano, la esponja podría adsorber eficazmente aceites y grasas de las aguas residuales no domesticas con una capacidad de hasta 60 veces de su propio peso. Sobre todo, la esponja podría adsorber selectivamente los aceites emulsionados en agua efectivamente, y lograr la separación continua de aceite y agua con la asistencia de bomba peristáltica. (Chunping, Hao, Huiping, 20017)	La esponja de quitosano se medirá teniendo en cuenta las concentraciones usadas y sus características.	Concentraciones de quitosano presentes en cada esponja.	E1	Concentración de <b>5mg/mL</b> de quitosano	De razón	mg/mL
					E2	Concentración de <b>10mg/mL</b> de quitosano	De razón	mg/mL
					E3	Concentración de <b>15mg/mL</b> de quitosano	De razón	mg/mL
				Característica de la esponja de quitosano.	Granulometría		De razón	um
					Diámetro		De razón	cm
					Altura		De razón	cm
					Peso		De razón	mg
					Grado de congelación		De intervalo	°C
INDEPENDIENTE	Reducción de aceites y grasas de aguas residuales de una Mecánica Automotriz, Lima-2020	Un aspecto importante es que en el transcurso del tratamiento presentan problemas en la eliminación de algunos parámetros, sobre todo en la eliminación de aceites y grasas, que son difíciles de metabolizar por las bacterias por lo que éstas flotan formando una película densa en el agua. (Vidales, Leos y Campos 2017)	La reducción de aceites y grasas será medida teniendo en cuenta la variación de las características físicas y químicas de las aguas residuales de una mecánica automotriz.	Características físicas y químicas del agua residual.	Temperatura		De intervalo	°C
					pH		De intervalo	7-14
					DBO <sub>5</sub>		De intervalo	mg/L
					DQO		De intervalo	mg/mL
					Aceites y grasas		De intervalo	mg/mL
				Tiempo de remoción.	Tiempo		De intervalo	minutos



**Anexo 6.** Tabla 4: técnicas e instrumentos de recolección de datos.

ETAPAS		FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
1.	Recolección de residuo	Restaurantes, ubicados en el distrito de La punta, en la provincia Constitucional del Callao.	Observación	Ficha de recolección de residuo. <b>(Anexo 3)</b>	Se determinó el peso de esqueleto de crustáceos que se va utilizar.
2.	Elaboración de esponja de quitosano	Laboratorio	Observación	Ficha de caracterización de esponja de quitosano <b>(Anexo 4)</b>	Se aplicó las dosis de quitosano para elaborar la esponja de quitosano.
3.	Recolección de la muestra de aguas residuales	Aguas residuales de la mecánica automotriz Rectificaciones "Machulo" en Urb. Buena Vista San Martin de Porres 15304	Observación	Ficha de recolección de muestra de agua residual. <b>(Anexo 1)</b>	Se determinó el volumen de agua que se va utilizar.
4.	Análisis de la muestra de las aguas residuales antes de la aplicación del tratamiento.	Laboratorio	Observación	Ficha de las características físicas y químicas del agua residual. <b>(Anexo 2)</b>	Se determinó la Temperatura, pH, DBO <sub>5</sub> , DQO y aceites y grasas.
5.	Aplicación del tratamiento de la Esponja de quitosano en el agua residual y medición del tiempo de remoción.	Aguas residuales de la mecánica automotriz Rectificaciones "Machulo" en Urb. Buena Vista San Martin de Porres 15304	Observación	Ficha de tiempo de remoción. <b>(Anexo 5)</b>	Se determinó el tiempo de remoción de acuerdo a la concentración de quitosano empleado.
6.	Análisis de la muestra de las aguas residuales después de la aplicación del tratamiento.	Laboratorio	Observación	Ficha de las características físicas y químicas del agua residual. <b>(Anexo 2)</b>	Se determinó la Temperatura, pH, DBO <sub>5</sub> , DQO y aceites y grasas
7.	Análisis y comparación de resultados de eficiencia	Gabinete	Observación	Ficha de resultados de eficiencia <b>(Anexo 6)</b>	Determinación de la concentración de quitosano más eficiente para la remoción de aceites y grasa.

## Anexo. 7 instrumento de recolección de datos



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez Susan Julio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio AMBIENTE  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: RAHON EMBORA, JHAGAI ESTHEA

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MEDIAMENTE 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. INDEFINICIÓN	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											/				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/				

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

S
—

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

83%
-----

Lima, 08 de Mayo del 2019

FIRMA DEL ENCUESTADO INFORMANTE

CUI: 8112  
 DNI No. 991568552 Tel. 991568552

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO, ZORGE LEONARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: AGRICULTURA - MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUO  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: JAUPA GARAY YENI VAUGESSA  
RAYON GAMBOA MAGALI ESTHER

#### 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
-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**90%**

Lima, 17 de Noviembre del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CP. 43444

DNI No. 64066653 Telf.: 994552085

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ELMER BENITES ALFARO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: ING. QUÍMICO / SEA / Doc (C) ING. AMBIENTAL  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUO  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: DAUDA GARAY, YENI VANESSA  
RAYMON GUMBOA, MAGALI ESTHER

#### 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
-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:


90 %


Lima, 11 de Noviembre del 2019


  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE


CIP 71.995

DNI No..... Telf:.....

		<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUO</b>		
<b>DATOS GENERALES</b>				
<b>Título</b>		"Esponja de quitosano poroso como adsorbente de aceites y grasas de aguas residuales de una mecánica automotriz, Lima – 2020"		
<b>Línea de Investigación</b>		Tratamiento y Gestión de residuos sólidos.		
<b>Facultad</b>		Ingeniería Ambiental		
<b>Integrantes</b>		- Yeni Vanessa, Naupa Garay. - Magali Esther Ramón Gamboa.		
<b>Asesor</b>		Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores		
<b>Lugar</b>		<b>Distrito</b>		
<b>Empresa</b>		<b>Coordenadas UTM</b>		
<b>Fecha</b>		<b>Hora</b>		
Item	Código	Residuo	Cantidad de residuo (g)	Observación
1	M-Q	Quitosano		

  
 Nombre y Apellido:  
 CIP: 89272  
 GRADO: Dr.

  
 Nombre y Apellido:  
 CIP: 43444  
 GRADO: Doctor

  
 Nombre y Apellido:  
 CIP: ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CIP N° 71998  
 GRADO: Doctor




FICHA DE TIEMPO DE REMOCIÓN

DATOS GENERALES

Título	"Esponja de quitosano poroso como adsorbente de aceites y grasas de aguas residuales de una mecánica automotriz, Lima – 2020"			
Línea de Investigación	Tratamiento y Gestión de residuos sólidos.			
Facultad	Ingeniería Ambiental			
Integrantes	- Yeni Vanessa, Naupa Garay. - Magali Esther Ramón Gamboa.			
Asesor	Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores			
Lugar		Distrito		
Empresa		Coordenadas UTM		
Fecha		Hora		
Item	Código	Esponja de Quitosano	Repeticiones	Tiempo de Remoción (s)
1	E1	Esponja 1	R1	
			R2	
			R3	
2	E2	Esponja 2	R1	
			R2	
			R3	
3	E3	Esponja 3	R1	
			R2	
			R3	

  
Nombre y Apellido:  
CIP: SP-122  
GRADO: Dr.

  
Nombre y Apellido:  
CIP: 43444  
GRADO: DOCTOR

  
Nombre y Apellido:  
ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 71998  
CIP:  
GRADO: DOCTOR

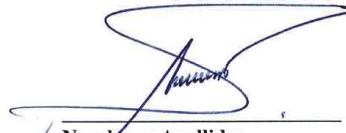



### FICHA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL


#### DATOS GENERALES


<b>Título</b>	"Esponja de quitosano poroso como adsorbente de aceites y grasas de aguas residuales de una mecánica automotriz, Lima – 2020"			
<b>Línea de Investigación</b>	Tratamiento y Gestión de residuos sólidos.			
<b>Facultad</b>	Ingeniería Ambiental			
<b>Integrantes</b>	- Yeni Vanessa, Naupa Garay. - Magali Esther Ramón Gamboa.			
<b>Asesor</b>	Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores			
<b>Lugar</b>		<b>Distrito</b>		
<b>Empresa</b>		<b>Coordenadas UTM</b>		
<b>Fecha</b>		<b>Hora</b>		
Item	Código	MUESTRA	Volumen (L)	Observación
1	M-Q	Agua residual		

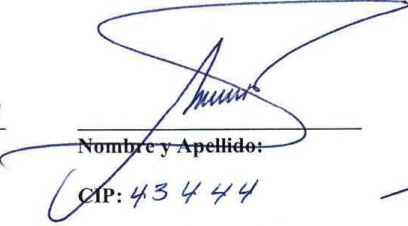
  
Nombre y Apellido:  
CIP: 819772  
GRADO: Dr.

  
Nombre y Apellido:  
CIP: 43444  
GRADO: Doctor

  
Nombre y Apellido: ELMER GONZALES BÉNITES ALFARO  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP N° 71993  
CIP:  
GRADO: Doctor

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		<b>FICHA DE RESULTADOS DE EFICIENCIA</b>						
<b>DATOS GENERALES</b>								
<b>Título</b>		"Esponja de quitosano poroso como adsorbente de aceites y grasas de aguas residuales de una mecánica automotriz, Lima – 2020"						
<b>Línea de Investigación</b>		Tratamiento y Gestión de residuos sólidos.						
<b>Facultad</b>		Ingeniería Ambiental						
<b>Integrantes</b>		- Yeni Vanessa, Ñaupa Garay. - Magali Esther Ramón Gamboa.						
<b>Asesor</b>		Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores						
<b>Lugar</b>					<b>Distrito</b>			
<b>Empresa</b>					<b>Coordenadas UTM</b>			
<b>Fecha</b>					<b>Hora</b>			
Item	Código	Esponja de Quitosano	Concentración de Aceites y Grasas - Inicial	Concentración de Aceites y Grasas - Final				EFICIENCIA (%)
				R1	R2	R3	Promedio	
1	E1	Esponja 1						
2	E2	Esponja 2						
3	E3	Esponja 3						

  
 Nombre y Apellido:  
 CIP: 51132  
 GRADO:

  
 Nombre y Apellido:  
 CIP: 43444  
 GRADO: Doctor

  
 Nombre y Apellido:  
 CIP: ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CIP N° 71998  
 GRADO: Doctor



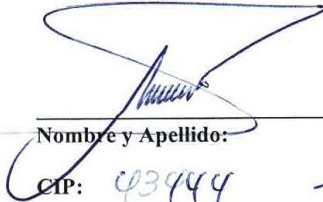


FICHA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA RESIDUAL

DATOS GENERALES

<b>Título</b>	"Esponja de quitosano poroso como adsorbente de aceites y grasas de aguas residuales de una mecánica automotriz, Lima – 2020"													
<b>Línea de Investigación</b>	Tratamiento y Gestión de residuos sólidos.													
<b>Facultad</b>	Ingeniería Ambiental													
<b>Integrantes</b>	- Yeni Vanessa, Ñaupá Garay. - Magali Esther Ramón Gamboa.													
<b>Asesor</b>	Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores													
<b>Lugar</b>		<b>Distrito</b>												
<b>Empresa</b>		<b>Coordenadas UTM</b>												
<b>Fecha</b>		<b>Hora</b>												
Item	Parámetro de control de agua	Unidad	Agua residual Inicial	Agua residual después de cada tratamiento con esponja de quitosano										
				E1 (Concentración de 3mg/mL de quitosano)			E2 (Concentración de 5mg/mL de quitosano)			E3 (Concentración de 20mg/mL de quitosano)				
				R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3		
1	pH	Unidad de pH												
2	Temperatura	°C												
3	DBO <sub>5</sub>	mg/L												
4	DQO	mg/L												
5	Accites y grasas	mg AyG/L												

  
 Nombre y Apellido:  
 CIP: 81227  
 GRADO: Dr.

  
 Nombre y Apellido:  
 CIP: 43944  
 GRADO: Doctor

  
 Nombre y Apellido: ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CIP N° 71998  
 CIP:  
 GRADO: Doctor

**Anexo 8.** Resultado de análisis.



**CERTIFICADO DE ANALISIS**

**Nº 002-2020**

**Dirección** : AV. CANTA CALLAO MZ.ª Bª LT.20 URB.BUENA VISTA SMP  
**Dirigido a** : ÑAUPA GARAY, VANESSA Y RAMÓN GANBOA MAGALI  
**Tipo de ensayo** : ANALISIS FISICOQUIMICO  
**Matriz** : AGUA RESIDUAL  
**Descripción de muestra** : MUESTRA INICIAL TIPO INDUSTRIAL  
**Recepción de Muestra** : 01 DE JULIO 2020

pH						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	273071	88.2	pH	3.82
		Este	8676349			

Temperatura						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	273071	88.2	°C	21
		Este	8676349			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	843
		Este	8676349			

Demanda Química de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	1253
		Este	8676349			

Aceites y Grasas (mg/L)						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	225
		Este	8676349			

Metodología APHA-AWWA-WEF  
de Análisis: (2012)5210B

Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992  
SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B

Lima, 8 de Julio 2020

  
ESTEFANY GLADYS  
TEODORO VARA  
INGENIERA QUIMICA  
Reg. CIP N° 141142



## CERTIFICADO DE ANALISIS

No 003-2020

Dirección	: AV. CANTA CALLAO MZ. " B" LT.20 URB.BUENA VISTA SMP
Dirigido a	: ÑAUPA GARAY, VANESSA Y RAMÓN GANBOA MAGALI
Tipo de ensayo	: ANALISIS FISICOQUIMICO
Matriz	: AGUA RESIDUAL
Descripción de muestra	: MUESTRA TRATADA MEDIANTE QUITOSANO
Recepción de Muestra	: 02 DE JULIO 2020

MUESTRA CON 5g DE QUITOSANO						
pH						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
5 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2		5.08
		Este	8676349			
5 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2		5.05
		Este	8676349			
5 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2		5.01
		Este	8676349			

Temperatura						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
5 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	°C	20.3
		Este	8676349			
5 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	°C	20.4
		Este	8676349			
5 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	°C	20.5
		Este	8676349			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
5 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	507
		Este	8676349			
5 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	501
		Este	8676349			
5 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	512
		Este	8676349			

Demanda Química de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
5 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	733
		Este	8676349			
5 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	742
		Este	8676349			
5 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	738
		Este	8676349			

Aceites y Grasas (mg/L)						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
5 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	105
		Este	8676349			
5 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	112
		Este	8676349			
5 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	118
		Este	8676349			

MUESTRA CON 10 g DE QUITOSANO						
pH						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados

10 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2		5.62
		Este	8676349			
10 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2		5.74
		Este	8676349			
10 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2		5.83
		Este	8676349			

Temperatura						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
10 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	°C	20.2
		Este	8676349			
10 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	°C	20
		Este	8676349			
10 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	°C	20.1
		Este	8676349			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
10 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	325
		Este	8676349			
10 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	330
		Este	8676349			
10 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	327
		Este	8676349			

Demanda Química de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
10 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	557
		Este	8676349			
10 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	548
		Este	8676349			
10 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	545
		Este	8676349			

Aceites y Grasas (mg/L)						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados

10 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	65
		Este	8676349			
10 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	68
		Este	8676349			
10 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	74
		Este	8676349			

MUESTRA CON 15 g DE QUITOSANO						
pH						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
15 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2		6.08
		Este	8676349			
15 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2		6.02
		Este	8676349			
15 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2		6.17
		Este	8676349			

Temperatura						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
15 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	°C	20
		Este	8676349			
15 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	°C	19.8
		Este	8676349			
15 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	°C	20.1
		Este	8676349			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
15 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	307
		Este	8676349			
15 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	311
		Este	8676349			
15 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/L	314
		Este	8676349			

Demanda Química de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
15 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	503
		Este	8676349			
15 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	508
		Este	8676349			
15 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	511
		Este	8676349			

Aceites y Grasas (mg/L)						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
15 g. Esponja de quitosano-T1	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	53
		Este	8676349			
15 g. Esponja de quitosano-T2	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	56
		Este	8676349			
15 g. Esponja de quitosano-T3	Muestra	Norte	273071	88.2	mg/l	58
		Este	8676349			

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)  
APHA-AWWA-WEF  
(2012) 5210 B  
APHA-AWWA-WEF  
(2012) 5220 B

Lima, 10 de Julio 2020

  
ESTEPANY GLABYS  
TEDORO VARA  
INGENIERA QUÍMICA  
Reg. GP N° 141142



