



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en  
aguas domésticas, Carabaylo – Lima 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Ambiental

**AUTORAS:**

Ramirez Escobar, Maria Fernanda (ORCID: 0000-0001-5810-8792)

Urbina Valderrama, Pierina Michelle (ORCID: 0000-0003-2742-6071)

**ASESOR:**

Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso (ORCID: 0000-0002-1384-4603)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A nuestros padres, que son nuestra mayor motivación, con sus consejos y palabras de superación, para no rendirnos y seguir en este camino y así lograr terminar con éxito y perseverancia nuestra carrera profesional.

## **Agradecimiento**

A Dios por darnos la fortaleza necesaria en momentos de agobio.

A nuestros padres por el apoyo incondicional y por la confianza que nos han brindado.

A todos los docentes por habernos guiado y orientado con dedicación en nuestra carrera profesional, brindándonos sus consejos y apoyo.

## Índice de contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos	iii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
V. DISCUSIÓN.....	55
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1. Variables de la investigación .....	15
Tabla 2. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	16
Tabla 3. Jueces expertos y el porcentaje de la validación de instrumentos .....	17
Tabla 4. Ubicación y punto de muestreo.....	19
Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos del agua doméstica (Método potenciométrico) .....	33
Tabla 6. Oxígeno disuelto (OD) del agua doméstica (Método Winkler) .....	34
Tabla 7. Demanda química de oxígeno (DQO) (Método de dicromato).....	34
Tabla 8. Oxígeno disuelto inicial del DBO5 .....	34
Tabla 9. Oxígeno disuelto final después de 5 días (DBO5) .....	34
Tabla 10. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (Método Winkler) .....	35
Tabla 11. Sólidos Totales (ST).....	35
Tabla 12. Sólidos Disueltos (SD) .....	35
Tabla 13. Sólidos Suspendidos Totales (SST).....	35
Tabla 14. Conteo por placas Petri (24 horas).....	36
Tabla 15. Aceites y Grasas del agua doméstica .....	36
Tabla 16. Humedad de la tara y cáscara de pecana inicial.....	36
Tabla 17. Parámetros físicos de la tara y pecana .....	37
Tabla 18. Parámetros físicos del biocarbón de pecana .....	37
Tabla 19. Hidrogel de tara.....	37
Tabla 20. Análisis granulométrico de la pecana .....	38
Tabla 21. Capacidad de absorbancia del biocarbón de pecana con azul de metileno (Método espectrofotometría UV/V – $\lambda$ 660 nm) .....	38
Tabla 22. Parámetros fisicoquímicos final del agua AYG (Método Potenciométrico) .....	39
Tabla 23. Oxígeno disuelto final del agua residual doméstica (Método Winkler) .....	40

Tabla 24.Demanda química de oxígeno (DQO) final (Método dicromato de potasio) .....	40
Tabla 25.Oxígeno disuelto inicial del DBO5 final .....	41
Tabla 26.Oxígeno disuelto final del DBO5 final.....	41
Tabla 27.Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) final (Método Winkler) .....	42
Tabla 28.Sólidos Totales (ST) finales (Método gravimétrico) .....	42
Tabla 29.Sólidos Disueltos (SD) finales (Método gravimétrico) .....	43
Tabla 30.Sólidos Suspendidos Totales (SST) finales .....	43
Tabla 31.Agua residual doméstica con AyG final (aceites y grasas inicial 906 mg/l).....	44
Tabla 32.Número de colonias final (tubos múltiples).....	45
Tabla 33.Normalidad de caracterización inicial del ARD .....	46
Tabla 34.Correlación de parámetros gravimétricos y biológicos .....	46
Tabla 35.Análisis de varianza de los parámetros físicos, químicos, biológicos y gravimétricos .....	47
Tabla 36.Parámetros físicos, químicos, biológicos y gravimétricos de Agua Residual Doméstica .....	47
Tabla 37.Parámetros fisicoquímicos en los 8 tiempos del tratamiento .....	48
Tabla 38.Correlación de parámetros físicos y químicos .....	48
Tabla 39.Parámetros fisicoquímicos del tratamiento.....	49
Tabla 40.Parámetros fisicoquímicos con estadística de tukey .....	49
Tabla 41.Normalidad de parámetros biológicos y gravimétrico.....	50
Tabla 42.Correlación de parámetros biológicos y gravimétricos.....	51
Tabla 43.Grupos de parámetros biológicos y gravimétricos .....	52

Tabla 44. Estadístico de tukey .....	52
Tabla 45. Aceites y grasas del tratamiento .....	53
Tabla 46. Homogeneidad de varianza del aceites y grasas .....	53
Tabla 47. Análisis de varianza en el proceso por aceites y grasas .....	54

## Índice de figuras

Figura 1. Proceso de remoción de aceites y grasas en aguas domésticas.....	18
Figura 2. Ubicación del AA.HH. San Benito, Lomas de Carabaylo – Lima. (ArcGIS, 2022) .....	19
Figura 3. Diseño final para el sistema de filtración de aguas domésticas (AUTOCAD) .....	31
Figura 4. Tratamiento final de aguas domésticas en el tratamiento 8 (200 minutos) .....	44



## Resumen

La tesis tuvo como objetivo remover los aceites y grasas, que se originan luego del uso de agua para las actividades domésticas. La investigación fue de tipo aplicada, tuvo un enfoque cuantitativo, y diseño experimental puro. Se utilizó un biofiltro de biocarbón de pecana e hidrogel, se analizaron los parámetros fisicoquímicos (pH, turbidez, CE, potencial redox), físicos (ST, SD, SST) biológicos (OD, DQO, DBO5) de las muestras. Además, se determinó la capacidad del filtro del biocarbón de pecana mediante el análisis de espectrofotometría UV/V. Los resultados después del tratamiento indicaron que se redujo el pH a 7.25, la conductividad eléctrica de 1124  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , se redujo el potencial redox a 125.2 mV, y disminuyó la turbidez a 80.70 NTU, el oxígeno disuelto (OD) 1.39 mg/l, disminuyó la demanda química de oxígeno (DQO) a 548.3 mg/l, y se redujo la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) a 374 mg/l. La concentración de aceites y grasas de aguas domésticas obtuvieron un valor inicial de 906 mgAG/l, y luego del tratamiento se redujo a 207 mgAG/l. Se concluye que la remoción de aceites y grasas es más efectiva cuando el tratamiento tiene mayor duración, pudiéndose remover hasta 69.43% en 3 horas con 20 minutos.

**Palabras claves:** biocarbón de pecana, goma de tara, aceites y grasas, remoción, aguas domésticas

## Abstract

The thesis aimed to remove oils and fats, which originate after the use of water for domestic activities. The research was of an applied type, it had a quantitative approach, and a pure experimental design. A pecan and hydrogel biochar biofilter was used, the physicochemical (pH, turbidity, CE, redox potential), physical (ST, SD, SST) and biological (OD, DBO, DBO5) parameters of the samples were analyzed. In addition, the filter capacity of pecan biochar was determined by UV/V spectrophotometry analysis. Results after treatment indicated that pH was reduced to 7.25, electrical conductivity to 1124  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , redox potential to 125.2 mV, and turbidity to 80.70 NTU, dissolved oxygen (OD) 1.39 mg/l, decreased the chemical oxygen demand (DBO) to 548.3 mg/l, and the biochemical oxygen demand (DBO5) was reduced to 374 mg/l. The concentration of oils and fats in domestic water obtained an initial value of 906 mgAG/l, and after treatment it was reduced to 207 mgAG/l. It is concluded that the removal of oils and fats is more effective when the treatment lasts longer, being able to remove up to 69.43% in 3 hours and 20 minutes.

**Keywords:** pecan biochar, tara gum, oils and fats, removal, domestic water

## I. INTRODUCCIÓN

Un problema global que acontece la humanidad es el vertimiento de aguas contaminadas por grasas, aceites, disolventes o detergentes. Estos contaminantes o sustancias pueden ser tanto orgánicas como inorgánicas. La fuente de contaminación en el agua puede ocurrir en dos niveles, como son las fuentes naturales, que se pueden dar por contacto con el suelo y la atmósfera, donde puede contener sustancias, como hierro, magnesio, sales minerales, etc., y las fuentes artificiales, que son producto de las actividades humanas, como los compuestos orgánicos. Tal es el caso, de las poblaciones urbanas y rurales, existe una problemática sobre el abastecimiento y tratamiento de las aguas domésticas ya que, el agua es usada y devuelta a los ríos sin un tratamiento previo. Lo último mencionado es importante para poder evitar la contaminación del agua, del ambiente y promover el ciclo del agua de manera sostenible.

El 19 de marzo del 2020 en Washington se dio una iniciativa para lograr gestionar las aguas residuales, debido a que se van analizar diferentes proyectos de aguas residuales a nivel mundial, siendo dada por una reutilización y una restauración de recursos. El agua residual y otras infraestructuras de limpieza es fundamental para la salud pública, el medio ambiente y la calidad de vida de las personas. A su vez el 36% de la población del mundo sufren una problemática que es debido a la escasez de agua, y es por eso que el tratamiento de aguas residuales se aprovecha con la finalidad de dar una solución a la contaminación que surge en el mundo (Banco Mundial, 2020).

En el Perú, existen alrededor de 143 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), donde solo un 14% cumple con las normativas vigentes para el correcto funcionamiento. Con respecto a los diferentes niveles de tratamiento, en Lima solo se logra satisfactoriamente aplicar hasta el tratamiento secundario, ya que en el tratamiento terciario no se logra aplicar la desinfección en su totalidad, esto significa que no se logra una óptima calidad en el reuso o disposición del agua. Lo cual es importante identificar los puntos de contaminación, como lo es a nivel doméstico, donde se pueden generar residuos orgánicos, detergentes, y grasas (Larios-Meño, Gonzáles y Morales, 2017).

San Benito ubicado en Carabayllo - Lima ocurre una problemática sobre el vertimiento de las aguas domésticas en los alcantarillados. A partir de ello, se elaboró un estudio y tratamiento, donde sus muestras fueron extraídas de las redes de alcantarillado. El estudio se realizó el 23 de Julio del 2017, donde se evidenció el grado de remoción de los contaminantes físicos y químicos establecidos que están situadas en las aguas domésticas. Los resultados obtenidos de cada parámetro fueron los siguientes: (DBO 93.17%, DQO 90.60%, SST 93.63%, turbidez 97.25%, pH 17.07 y después del tratamiento el resultado del pH 6.45). Se logró disminuir el pH del agua en tratamiento, como también analizar los diferentes resultados de los respectivos parámetros. De acuerdo con las normativas estos resultados sobrepasan los LMP, siendo perjudicial para la salud de la población que utiliza este recurso para sus actividades diarias, como también puede alterar los ecosistemas acuáticos (Torres, 2017).

El uso del biocarbón es factible cuando se encuentra la biomasa en mayor cantidad, como, por ejemplo, los residuos orgánicos que se obtienen de la cáscara de castañas o pecanas, donde se pueden utilizar como materia prima. Esto siendo una alternativa para la mejora de la fertilidad de los suelos, existe mayor retención del agua como también puede reducir los metales pesados (Escalante et al. 2016).

Los hidrogeles han sido evaluados, como su suficiencia de su permeabilidad, con la finalidad de que el estudio sea cuantitativo para poder colacionar y estimar los nuevos hidrogeles. Los hidrogeles son uno de los componentes más volubles, debido a la sencillez que hace posible unir nuevos agentes a su textura y darle propiedades específicas, logrando de esta forma distintos tipos de geles. Además, se puede utilizar el hidrogel como una elección para remover colorantes en aguas residuales de la industria, como también se puede utilizar en aguas domésticas, donde su contaminante son los detergentes, las grasas, los aceites, entre otros. Se precisó la forma del hidrogel con mayor suficiencia de absorción y se obtengan resultados óptimos (Espinosa, 2016).

Por lo anteriormente mencionado se plantea el siguiente **problema general**: ¿Qué efectos produce el filtro de biocarbón e hidrogel en la remoción

de aceites y grasas en aguas domésticas Carabayllo — Lima 2022? Y como **problemas específicos**: ¿Cuáles son los parámetros físicos, químicos, biológicos, microbiológicos y de aceites y grasas en el agua doméstica inicial, y después del tratamiento?, ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas de la cáscara de pecana y el hidrogel de tara, para tratar el agua doméstica por aceites y grasas?, ¿Cuáles son las densidades del biocarbón, y la concentración del hidrogel para favorecer el tratamiento del agua doméstica por aceites y grasas? y ¿Cuál es el tiempo óptimo para la reducción de aceites y grasas, utilizando el biocarbón de pecana, y el hidrogel de tara en el tratamiento del agua doméstica?

La **justificación de la presente investigación** tiene como beneficios: **Beneficio Social**: En lo social el AA.HH. San Benito de Carabayllo, no cuenta con abastecimiento de agua potable, y por tal motivo, recurren a las cisternas. Las personas podrán reutilizar el agua para realizar sus actividades cotidianas sin eutrofizar las aguas residuales. **Beneficio Económico**: En lo económico, la salud de las personas más vulnerables no originaría gastos de medicina por la aparición de gérmenes patógenos que también dañan el suelo, aire, y agua. **Beneficio Ambiental**: Las aguas residuales al ser tratadas y recuperar sus parámetros de oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno no perjudicarían los ecosistemas en el agua, en el suelo al regar sus jardines y parques estas no se contaminarían y perderían estos ecosistemas.

Por lo tanto, se tiene como **objetivo general**, Identificar los efectos que produce el filtro de biocarbón e hidrogel en la remoción de aceites y grasas en aguas domésticas Carabayllo — Lima 2022. De la misma manera, se plantean como **objetivos específicos**, Determinar los parámetros físicos, químicos, biológicos, microbiológicos y de aceites y grasas en el agua doméstica inicial, y después del tratamiento; Indicar las propiedades físicas y químicas de la cáscara de pecana y el hidrogel de tara, para tratar el agua doméstica por aceites y grasas; Comparar las densidades del biocarbón, y la concentración del hidrogel para favorecer el tratamiento del agua doméstica por aceites y grasas; y Determinar el tiempo óptimo para la reducción de aceites y grasas, utilizando el biocarbón de pecana, y el hidrogel de tara en el tratamiento del agua doméstica.

Se tiene como **hipótesis general**: El filtro de biocarbón e hidrogel producen efectos en la remoción de aceites y grasas en aguas domésticas Carabaylo — Lima 2022 y las **hipótesis específicas**: Los parámetros físicos, químicos, biológicos, microbiológicos y de aceites y grasas es mayor a 60% en el agua doméstica después del tratamiento; Las propiedades físicas y químicas de la cáscara de pecana y el hidrogel de tara, influye en el tratamiento de la remoción de aceites y grasas en el agua doméstica; Las densidades del biocarbón, y la concentración del hidrogel favorecen al tratamiento del agua doméstica por aceites y grasas; y El tiempo óptimo para la reducción de aceites y grasas utilizando el biocarbón de pecana, y el hidrogel de tara es menor a 24 horas en el tratamiento del agua doméstica.

## II. MARCO TEÓRICO

El **biocarbón** se obtiene a partir del proceso del pirólisis, que consta de la degradación térmica de la materia orgánica donde pueden ser: residuos agroindustriales, forestales, entre otros. Este proceso ocurre en altas temperaturas, y en ausencia de oxígeno (Sánchez et al. 2019).

Henao-Toro et al., (2020) utilizó el biocarbón como una elección para un sistema de tratamiento de contaminantes en el agua. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cualitativo. Los resultados fueron: Se realizó una revisión literaria para clasificar al biocarbón por medio de sus propiedades, lo cual es obtenido del pirólisis. El biocarbón posee cualidades físicas y químicas, teniendo un buen nivel de adsorción en diferentes tipos de contaminantes presentes en el agua. El estudio concluye que al implementar el biocarbón para realizar un tratamiento de aguas, este subproducto debe pasar por un proceso para que los contaminantes o sustancia tóxicas adsorbidas, sean retiradas del biocarbón, para que pueda cumplir un ciclo o proceso de sostenibilidad, y regeneración, esto indicaría un desarrollo sostenible económico.

Tutivén (2020) determinó la eficacia del carbón activado a partir de la cáscara del plátano, para remover contaminantes en aguas de pozos. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados fueron: Teniendo en cuenta las cantidades de partículas que se encuentran dentro del pozo, se busca determinar la cantidad de remoción, a partir de la obtención de 3 filtros con distintas cantidades en porcentajes (1.50; 1.0; 0.70 mm) a través del método de Varianza, se obtuvo un pH 8.0, en coliformes fecales un 16.57, en turbiedad 0.31 NTU, 0.312-0.68 NTU. Se concluye que el método de Varianza pudo reducir los contaminantes que se encontraban en agua pozo, así pueda servir para agua de riego.

Mojtaba, Mohammad y Abolghasem (2016) elaboró un biocarbón activado a base de las cáscaras de las nueces, para realizar un método de adsorción frente a los contaminantes como el nitrato y el arsénico que hay en el agua. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados fueron: Se realizó la elaboración del biocarbón con los residuos de las nueces y para la fase experimental se evidenció los parámetros del pH, el tiempo y los porcentajes

de la remoción, arrojando estos datos: el pH ideal fue de 6.5 del biocarbón a base de las nueces, logrando un tiempo adecuado de 3 minutos con 70 segundos para lograr la remoción efectiva, a partir de ello, los porcentajes de remoción de arsénico y nitrato fue de 98% y 79% respectivamente. El estudio concluye que se logra evidenciar una remoción eficaz por la elaboración de un biocarbón a base de cáscaras de las nueces, como también estos resultados indican que el motivo por la cuál es eficaz la experimentación es porque depende mucho de la composición o estructura del residuo orgánico (la cáscara de las nueces), por su forma o estructura, la disposición de los poros, el diferente tamaño y, por último, el enlace químico.

La elaboración de un sistema para implementar un **biofiltro** a base de biocarbón, debe ser un proceso lento ya que esto permitirá eliminar gran parte las impurezas en el agua, esta técnica hace uso de un sistema de filtros con carbón, donde el agua recorre a través de varias capas de carbón de diversos tamaños (Carcausto, 2017).

Maldonado (2020) implementó un diseño de filtro de carbón activado a base de coco (cocos nucífera) para la eliminación de grasas y aceites en residuales avícolas y así poder determinar su margen de error. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Se hizo los siguientes análisis mediante los parámetros obtenidos: pH, DBQ, DBO, SST. Los resultados fueron mediante 7 tratamientos con 2 repeticiones: T1 (8 pH a 7.5, 80mg/L a 76mg/L DBQ, 110mg/L a 107mg/L DQO) T2 (8 a 7.5 pH, 82 mg/L a 76 DBQ, 125mg/L a 127mg/L DQO) T3 (7.5 a 7 pH, 68mg/L a 65 DBQ, 134mg/L a 134mg/L DQO), T4 (7 a 7.5 pH, 70mg/L a 70 mg/L BBQ, 90 mg/L a 90 mg/L DQO), T5 (6.5 a 7 pH, 68mg/L a 63 mg/L DBQ, 115mg/L a 115 mg/L DQO), T6 (7.5 a 7.5 pH, 120mg/L a 120mg/L DBQ, 180 mg/L a 180 mg/L DQO), T7 (8.5 a 8 pH, 145 mg/L a 150mg/L DBQ, 210mg/L a 210 mg/L DQO). Se concluye que el tratamiento T5 fue el cual redujo los contaminantes en el agua, dando unos resultados óptimos.

Hernández et al., (2021) implementó un biofiltro desarrollado en dos fases, donde estará la primera parte la piedra pómez y la segunda parte con biocarbón, para la remediación de aguas residuales. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados fueron: Para el método del tratamiento de las aguas residuales, el tiempo establecido para el proceso de



remediación del biofiltro fue un rango de 24 y 48 horas durante 7 días respectivamente, dando mejores resultados el biofiltro con un tiempo de 48 horas, dando un 100% en remoción. El estudio concluye que el diseño para una biofiltración es óptimo para el tratamiento, sin embargo, para mejores resultados el agua residual podría pasar por un tratamiento de electrocoagulación, así se podrían incrementar metodologías en el proceso de remediación.

Muñoz (2019) realizó un sistema de filtración con biocarbón de las cáscaras del residuo de la piña y linaza para tratar aguas residuales. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados fueron: el filtro fue prometedor ya que redujo hasta un 50% debido al análisis de la linaza, se obtuvo una varianza ( $P < 0.04$ ) en cada parámetro que se llegó a analizar, obteniendo que la dosis 2.5 gramos fue una cifra significativa en la prueba de jarras y pudo reducir el pH (7.27 a 6.13), en redox (47.9 a 41.6), en conductividad eléctrica (1006 a 2387), en turbidez (69 a 3.17), en sólidos totales (210 a 33.97), en el DBO (613 a 123.76), en el DQO de (842 a 218). Se concluye que la menor dosis de linaza es el cual redujo a un 88%, siendo este el sistema perfecto para el tratamiento de estas aguas.

Los **hidrogeles** entre sus características más importantes es que estos materiales pueden recuperar sus propiedades iniciales, después de pasar por un proceso de remoción, es decir, la reutilización de estos es posible hasta un número de procesos determinado (Cioffi y Frettiz, 2020).

Pérez y Torres (2019) buscó la mejora para los parámetros de la purificación del agua sobre polímeros naturales utilizando Goma de Tara y la moringa, es por ellos que se busca la eficacia de la remoción en la viscosidad y patógenos mediante la mejora de los parámetros (pH, concentración y coliformes totales). El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados fueron: se obtuvo un pH menor a 5, para la dosis de 10 ml de Goma Tara, su concentración fue de 0.3%, 22 ml dosis de moringa, 20 rpm de velocidad lenta en la remoción de turbidez y para la dosis de 12 ml de Goma de Tara, concentración 0.35, 26 ml de dosis de moringa a una concentración de 40% en coliformes totales. Se obtuvo que redujo la turbiedad de 500 a 4 UNT y de 62000 a 800 UFC/100 ml, con una eficacia de remoción con un porcentaje de 99.20%

de turbiedad y 98.57% coliformes totales. Se concluye que dado los resultados se podría mejorar más el tratamiento y así se pueda obtener resultados óptimos.

Burciaga et al., (2020) brindó conocimientos sobre las propiedades absorbentes de los iones metálicos y su conjugación para la creación de los compósitos de hidrogel, siendo un método factible para la remediación de los ecosistemas acuáticos, contaminados por iones metálicos. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cualitativo de revisión bibliográfica. Los resultados fueron: El hidrogel en compósitos se elabora a partir de la unión de biopolímeros y/o polímeros sintéticos con partículas inorgánicas, generando redes poliméricas, dentro de sus capacidades posee una adsorción eficaz y fácil aplicabilidad, siendo una alternativa para la remediación de iones de metales pesados. El estudio concluye que el desarrollo de los compósitos en estado de hidrogel permite aumentar la adsorción y la eliminación de iones de metales pesados en medios acuosos. Siendo una estrategia que impide la generación de residuos tóxicos para el medio ambiente.

Barreto y Vargas (2019) evaluó la eficacia de la semilla del aguacate y del café como coagulantes para el tratamiento de aguas domésticas. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados fueron: tuvieron 3 dosis óptimas para el test de jarras, son los siguientes: (300 mg/L (A), 120 mg/L (B), 360 mg/L (C)), tuvo un pH 6.9 alcalinidad 154.9, turbiedad 155 NTU, color (177.5). Siendo que la dosis (A) de 300 mg/L siendo así que el 65.29% logró remover la turbiedad. Se concluye que debido al uso de coagulantes naturales se pudo hacer una efectividad del 50% de turbiedad y color en el tratamiento de aguas domésticas.

Valeriano-Mamani y Matos-Chamorro (2019) implementó la goma de tara como un cooperador del sulfato de aluminio en el transcurso de la coagulación. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados fueron: Mediante la experimentación de (prueba de jarras), se utilizó muestra de agua con turbidez de un grado alto (400 NTU) y bajo (30 NTU). Para el proceso con sulfato de aluminio sin la cooperación de la goma de tara, se obtuvo 1.09 NTU (turbidez de grado alto — 400 NTU) y 0.57 NTU (turbidez de grado bajo — 30NTU). Por otro lado, el resultado con la cooperación de la goma de tara se obtuvo, los valores de 0.40 NTU y 0.32 NTU. El estudio concluye que, al

implementar la cooperación de la goma de tara en la experimentación, se obtiene una mejor remoción en las diferentes medidas en la turbidez, arrojando un porcentaje de 63.3% (turbidez de grado alto – 400 NTU) y 56% (turbidez de grado bajo — 30 NTU).

Medina (2018) determinó la eficacia del análisis de los polímeros naturales para el tratamiento de aguas domésticas. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. En el proceso experimental se separa el almidón de plátano y quitosano, y fueron aplicados a la vez con sulfato de aluminio y se les añadió a las aguas residuales. Los parámetros utilizados fueron: pH, turbidez, color, DBQ, sólidos suspendidos y coliformes fecales. Los resultados fueron: mediante el análisis de coagulación y floculación, muestra una remoción con un porcentaje de 99.6% en turbidez, 97.9% en sólidos suspendidos, 83.3% en coliformes fecales, utilizando 0.1 de quitosano. Se concluye que las aguas tratadas no son accesibles para el uso de riego según la norma ambiental.

Al realizar una **remoción de aceites y grasas** en las aguas domésticas residuales, la concentración de grasas presente se reduce, así como también los parámetros biológicos, donde se puede ver el aumento de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua (Iagua, 2018).

Peña, Barranco y Castro (2018) realizó una revisión literaria sobre el uso de diversos detergentes de tipo industrial que son utilizados para actividades domésticas. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cualitativo. Los resultados fueron: El uso de diversos detergentes de tipo industrial, pueden contener composiciones químicas como el fosfato, por lo general cuando se tienen valores altos de fosfatos, estos producen espuma en cantidad en el agua, evitando así que la luz solar pueda entrar en este fluido y por consecuencia puede haber aumento de (DBO); otra composición química son los sulfatos, esto se genera por lluvias y lixiviación de suelos, mayormente los detergentes contienen sulfonato de sodio, y este compuesto es muy lenta en degradación; otro derivado es el sulfato de hierro, la presente de este en los suelos también puede indicar que exista presencia de este compuestos en ríos aledaños. Estas composiciones químicas son tensioactivas, por lo que pueden provocar que el agua contenga dureza y que el pH este en constantes cambios. El estudio concluye que, es importante que se genere una purificación eficaz en estas

aguas que contengan detergentes siguiendo las normativas sobre los límites máximos para el uso y reuso de estas aguas, esto logrará la seguridad a nivel sanitaria y que no se genere problemas a la salud de las personas.

Avalos (2021) delimitó las características de la extracción de aceite de semillas quebranta (*Vitis vinífera*), usando el método de Soxhlet, para poder hacer los análisis establecidos. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados fueron: con 6 tratamientos y con 3 cantidades diferentes, la extracción de aceites y grasas se obtuvo un 15.50 % en rendimiento, y su tamaño de partícula fue de 250  $\mu\text{m}$  y la masa de la semilla utilizada fue de 6 gramos, por el método de Soxhlet se utilizó el hexano para lograr separar el aceite de las aguas contaminadas, con un tiempo estimado de una hora con 12 minutos (01.12). Se concluye que sus variables se adecuan a la extracción de aceite de acuerdo a su varianza señalando el indicador Pearson 0.90.

Zamora (2019) analizó las características físicas y químicas de (AyG) y los efectos en los alcantarillados, así poder remover los aceites y grasas y no afecte al alcantarillado. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cualitativo. Los resultados fueron que los aceites y grasas sus características físico y químicas tienen una conducta complicada e insoluble en el agua, ya que estos utilizan insumos como aderezos, salsas, que no son tratadas antes de llegar al alcantarillado generando un cierre ya que con el tiempo se acumula y genera un atasco, siendo así dificultoso su degradación. Se concluye que los microorganismos que se encuentran en el PTAR, están haciendo que no se disminuyan los aceites y grasas llegando al mar, ocasionando muerte en las especies y fauna acuática.

Cisterna y Arancibia (2019) realizó la biodegradación de aceites y grasas por los lodos activos en niveles prácticos y reales. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. La planta de tratamiento fue diseñada para una población de 200.000 habitantes, donde el biodigestor aeróbico que acoge las grasas y aceites guardados en un desengrasante se encarga de que se relacione las grasas y aceites juntos con la biomasa. Los resultados fueron: la biodegradación de grasas y aceites estando en el rango de un porcentaje de 64% a 75%, pero luego con el tratamiento que se utilizó el biodigestor aeróbico el valor de grasas

y aceites fue de un porcentaje de 69% y 92%. Se concluye que el tratamiento físico debería ser reemplazado por un tratamiento biológico, ya que el CO<sub>2</sub> ocasionado por la biodegradación sea agregado al ciclo de carbono y así se pueda disminuir las aceites y grasas.

Jahanban-Esfahlan et al., (2020) realizó una revisión literaria de las últimas investigaciones sobre el uso de las cáscaras de nueces para remediar contaminantes en el agua. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cualitativo. Los resultados fueron: se demostró a partir de las últimas investigaciones que las cáscaras de nuez poseen propiedades que son biodegradables y no tóxicos para el medio ambiente. Se destacó que el residuo en polvo tiene propiedades de adsorción, como también es bueno si se implementa como cooperador con otros materiales naturales. Este material biodegradable, puede ser utilizado o implementado para realizar experimentos sobre remoción de aceites y grasas (A y G), en la eliminación de metales pesados, como también en materiales o residuos peligrosos. El estudio concluye que es eficaz la implementación de los residuos de las cáscaras de nuez, ya que posee propiedades de adsorción frente a contaminantes en el agua, esto sería un aprovechamiento para minimizar residuos orgánicos y lograr la reutilización de este material.

Papadaki et al., (2021) recopiló información sobre los beneficios que posee la utilización de las cáscaras de los frutos secos para la adsorción de diversos contaminantes. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cualitativo. Los resultados fueron: Los residuos como las cáscaras resultan ser utilizado como materia prima, para elaborar biocarbones activos o también llamado biochar, destacando sus propiedades de adsorción para la minimización de diversos contaminantes o componentes tóxicos que puede contener el agua como, por ejemplo: metales pesados (arsénico, cobre, plomo, cadmio, fosfatos y sulfatos). El estudio concluye que es importante dar a conocer diferentes métodos donde se pueda usar o reutilizar residuos orgánicos para lograr una purificación del agua, frente a contaminantes.

Shruthi y Jeevitha (2018) realizó la minimización de cadmio y plomo en aguas domésticas a partir de un carbón a base de las cáscaras de las nueces. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados

fueron: al implementar este carbón de cáscaras de nueces, se consideró diversos parámetros como el tiempo de minimización o remoción que fue de 150 minutos, el pH donde se obtuvo (escala ácida), la temperatura, como también el tamaño del tamiz para la elaboración de este biocarbón, destacando que se consideró la cantidad de 2 gramos de cáscaras de nueces. El estudio concluye que, se logró remediar las aguas con cadmio y plomo, con un porcentaje de 76% y 54% respectivamente. Estos resultados fueron óptimos por la cual se puede utilizar para un tratamiento en plantas que sea en una escala menor.

Abdul Hamid et al., (2016) determinó la eliminación de grasas y aceites en aguas residuales utilizando bagazo de caña de azúcar y médula del plátano, que se realizó mediante el método de adsorción. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados fueron: se obtuvo un pH < 6.39, con una temperatura de 25.90 °C, y la concentración de aceites y grasas 148.79 g/L. Se concluye que la isoterma de Freundlich obtuvo 56% de eliminación de grasas y aceites, utilizando 5 gramos del adsorbente en un tiempo establecido de 75 minutos, mientras la isoterma de Langmuir obtuvo una reducción de aceites y grasas al 97% con un peso de adsorbente de 5 gramos en un tiempo de 60 minutos, lo cual conlleva la isoterma mejor utilizada es la isoterma de Langmuir.

Sáenz (2019) demostró la eficacia de las semillas moringa y la goma de tara, para el procedimiento de aguas servidas. El nivel de investigación fue descriptivo de tipo cuantitativo. Los resultados fueron: se aplicaron 3 diferentes dosis de coagulantes naturales, 0.75 g (T4), 1 g (T5) y 1.25 g (T6), para determinar su eficiencia mediante un análisis comparativo en los parámetros fisicoquímicos, se utilizó el equipo de práctica de jarras. Para (Moringa oleífera) en polvo, se tuvo un pH de 7.22 a 4.41, con la dosis de 0.75 g, para el oxígeno disuelto con una dosis de 1.25 g, se obtuvo de 6.77 ppm a un 6.67 ppm. Para la turbidez se obtuvo de 60 NTU a 9.6 NTU, para SST se tuvo de 895 ppm a un 585 ppm, un DBO con 682 mg/L a un 437 mg/L, un DQO con 9269 mg/L a un 1694 mg/L y para la conductividad eléctrica entre 1.791 mS/cm y 1170 mS/cm aproximadamente, todos estos parámetros con la dosis de 0.75 g. Respecto a la goma de Tara (*Caesalpinia spinosa*), con la dosis de 1 g, se obtuvo un rango de pH entre 7.22 y 4.43, para la cantidad de oxígeno disuelto con una dosis de 1.25

g, se obtuvo de 6.77 ppm a un 6.05 ppm. Para la turbidez se obtuvo de 60 NTU a 17 NTU, para SST se tuvo 895 ppm y 676 ppm, un DBO con 682 mg/L a un 485 mg/L, un DQO con 9269 mg/L y un 4197 mg/L y en la conductividad eléctrica fue de un 1.791 mS/cm con un 1351 mS/cm; todos estos parámetros con la dosis de 1 g. El estudio concluye que, ambos tratamientos logran disminuir los parámetros fisicoquímicos; con respecto al primer coagulante, la dosis más eficiente fue de 1.25 g (T6) para el Oxígeno Disuelto; con respecto a la Turbidez, SST, DBO5 y DQO y Conductividad Eléctrica, la dosis más eficiente fue de 0.75 g (T4).

“La **conductividad eléctrica** se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos” (Conductividad Eléctrica/Salinidad, 2013).

“La **temperatura** es un parámetro que influye en la calidad del agua, dado que su comportamiento puede generar importantes efectos sobre el desarrollo de la vida acuática” (Medina, 2018).

“La **turbidez** es un indicador que permite evaluar el grado de contaminación general, de una muestra de agua; debido a la propiedad óptica que provoca que la luz se disperse y absorba a través de los Sólidos Suspendidos” (Medina, 2018).

“El **potencial redox** indica la actividad o la fuerza de los oxidantes o reductores en el agua, en aguas residuales con cargas altas de materia orgánica el potencial redox será muy negativo” (Guillemes, 2014).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación fue de **tipo aplicada** y tuvo un **enfoque cuantitativo**, está centrado en la reducción de los aceites y grasas utilizando un filtro de biocarbón, y el hidrogel de tara para precipitar las impurezas del agua residual. Además, según Gallardo (2017) el tipo de investigación aplicada es designada dinámica o activa ya que, esta enlazado al diseño puro, donde surgen los nuevos descubrimientos, las hipótesis y los diferentes aportes teóricos.

La presente investigación tuvo un **diseño experimental puro** ya que, la variable independiente, filtro de biocarbón y niveles de hidrogel; y la variable dependiente, remoción de aceites y grasas en aguas domésticas, se sometieron a un sistema de control a nivel laboratorio, mediante un proceso causa — efecto. Así mismo, Gallardo (2017) señaló que el diseño experimental es caracterizado por la unión de dos variables, donde la variable independiente se toma para un factible tratamiento y la variable dependiente analiza los efectos que se logran producir.

#### 3.2. Variables y operacionalización

La investigación tuvo como **variable independiente** al filtro de biocarbón y niveles de hidrogel, donde Espinoza (2018) indicó que esta variable es manipulada por el investigador para dar una explicación, descripción o también realizar un proceso de transformación del objeto a estudiar durante la investigación, como también producen y explican las variaciones en la variable dependiente. Así mismo, como **variable dependiente** se tuvo la remoción de aceites y grasas en aguas domésticas. Según Castillero (2020) explicó que la variable dependiente es aquella cuya conducta depende de la variable independiente. Son variables que tiene la finalidad de poder descifrar los resultados, donde se podrá examinar si varían los resultados. Ver Anexo 1 Matriz de operacionalización de variables.



En la tabla 1, se detallan las variables en la investigación:

**Tabla 1:** *Variables de la investigación*

<b>Variables</b>	<b>Tipo</b>
<b>Filtro de biocarbón y niveles de hidrogel</b>	Independiente
<b>Remoción de aceites y grasas en aguas domésticas</b>	Dependiente

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

La población posee ciertos elementos, como la medición de algunos factores, los distintos tipos y tamaños de muestra que se deben extraer de la misma población (Gallardo, 2017). La **población** está conformada por los tanques de viviendas que se encuentran ubicados cerca a la red de distribución de agua en el AA.HH. San Benito ubicado en Carabayllo-Lima.

La muestra es considerada un subgrupo referente a la población, donde se recolectarán los datos, por consiguiente, debe ser representativa (Gallardo, 2017). **La muestra** tomada fue de un tanque de una vivienda en la cual contenía aguas domésticas contaminadas por aceites y grasas en el AA.HH. San Benito en Carabayllo-Lima, la cual fue selección de manera aleatoria.

Se realizó un **muestreo** no probabilístico, ya que fue a criterio de los investigadores. Por lo tanto, fue de 80 L de agua que fueron extraídas de un tanque de una vivienda cercana a la red de distribución del AA.HH. San Benito.

La **unidad de análisis** fue tomada en cada tiempo programado, siendo esta de 2 L de aguas domésticas.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La **técnica** que se usó en la investigación fue la observación ya que, se hizo seguimiento a los procesos físicos y químicos, que se dieron durante toda la experimentación la cual consistió en el proceso sistemático y controlado para determinar las variaciones presentes en la variable dependiente.

Los **instrumentos de recolección de datos** tuvieron como finalidad solventar las hipótesis que se plantearon, en la cual estuvieron vinculadas en las etapas de todo el procedimiento de la investigación, como se observa en la tabla 2.

**Tabla 2.** *Técnica e instrumentos de recolección de datos*

Técnica	Instrumentos de recolección de datos	
Observación	Ficha 1. Ubicación y recolección de la muestra	Esta ficha sirvió para conseguir información sobre la procedencia de la toma de muestras y la cantidad tomadas.
	Ficha 2. Caracterización de la cáscara de pecana e hidrogel de tara	Esta ficha sirvió para describir los parámetros físicos de la tara y la pecana, y detallar las características del hidrogel de tara.
	Ficha 3. Caracterización física del biocarbón de pecana	Esta ficha sirvió para detallar las características del filtro de biocarbón de pecana.
	Ficha 4. Caracterización inicial del agua doméstica	Esta ficha sirvió para conocer la concentración inicial de aceites y grasas presentes en la muestra de agua doméstica.
	Ficha 5. Caracterización final del agua tratada	Esta ficha sirvió para saber la concentración final de aceites y grasas presentes en el agua doméstica.

La Validez del instrumento se refiere a la clase en que el instrumento mide lo que se presume debe medir (Santos, 2017). Para la **validación** del instrumento, se contó con 3 expertos en la cual fue objeto de calificación acorde sus conocimientos y destreza en el trabajo de investigación, como se observa en la tabla 3.

**Tabla 3.** *Jueces expertos y el porcentaje de la validación de instrumentos*

<b>N°</b>	<b>Validadores</b>	<b>Especialidad</b>	<b>CIP</b>	<b>Porcentaje de Validez (%)</b>
01	Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Hidrología y medio ambiente	89972	90
02	Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio	Ingeniero químico y ambiental	25450	90
03	Dr. Holguin Aranda Luis Fermin	Ingeniero Ambiental	11614	85
<b>Promedio de Valoración</b>				88.3

La **Confiabilidad** del instrumento demuestra, el rango en el que la aplicación frecuente del instrumento al mismo sujeto elabore los mismos resultados (Santos, 2017). Así mismo, se utilizó el software SPSS 25 para los datos obtenidos, lo cual permitió la confiabilidad del instrumento y la aprobación de la hipótesis de la investigación.

### 3.5. Procedimientos

La investigación fue realizada en 5 períodos, donde se detalló la forma teórica y aplicativa de todo el proceso para la obtención de los resultados que son detallados en la siguiente figura 1.

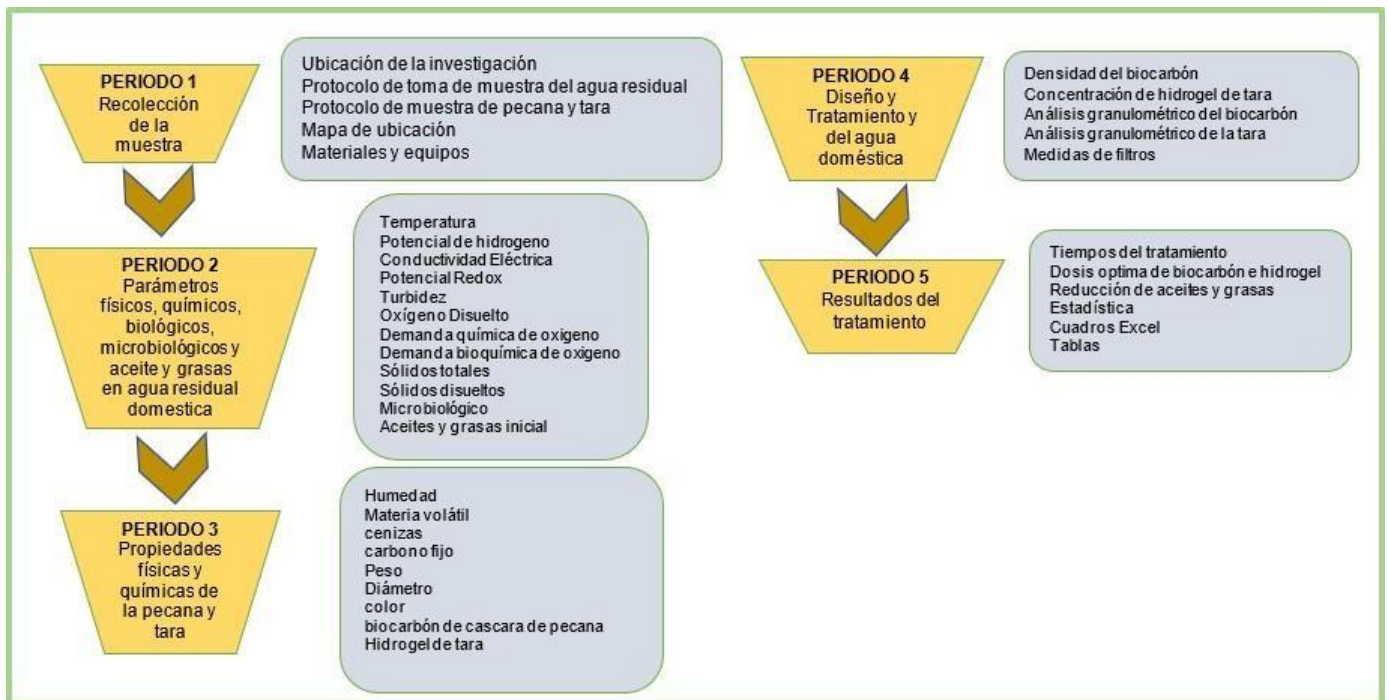


Figura 1. Proceso de remoción de aceites y grasas en aguas domésticas

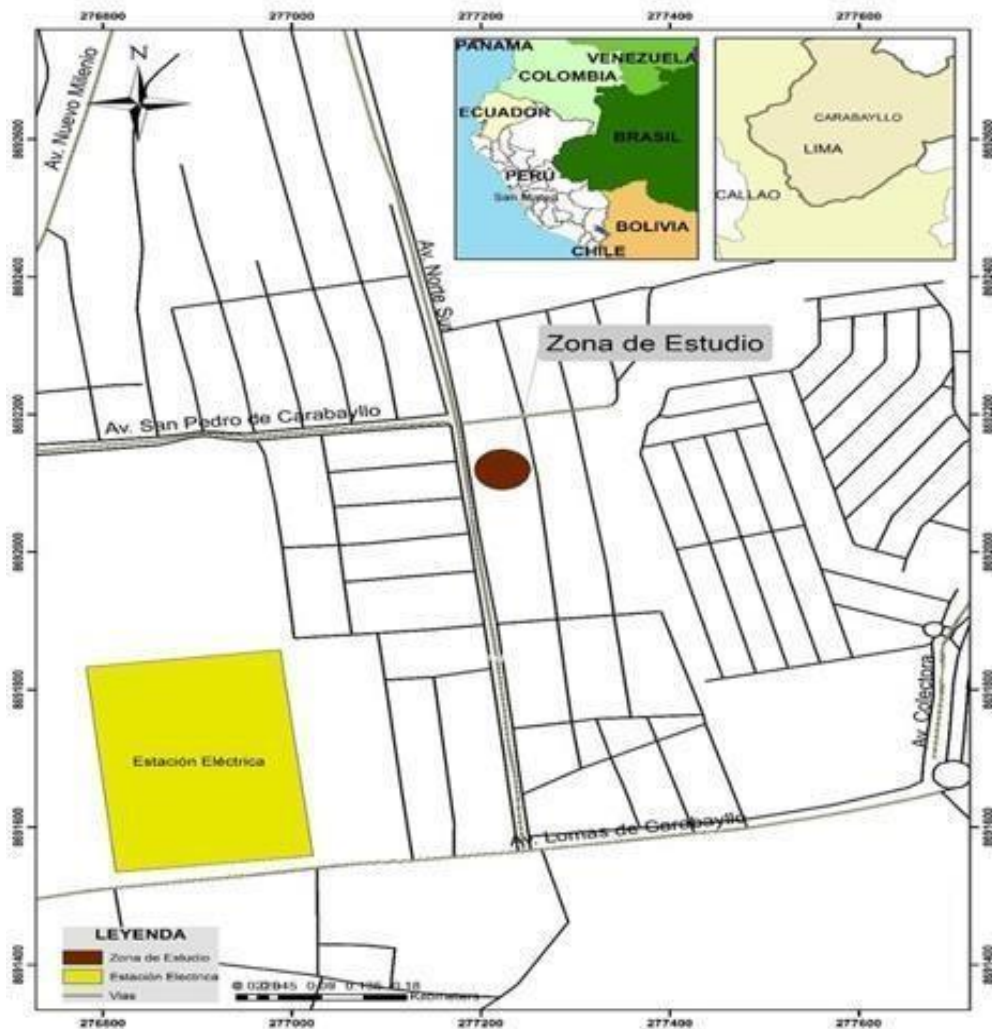
#### 3.5.1. Periodo 1: Recolección de la muestra

1. Para la ubicación de la recolección de la muestra se tuvo como localización al AA.HH. San Benito, ubicado en Av. Norte Sur Carabayllo, en el distrito de Carabayllo. Para el proceso de muestreo fue en base a la normativa “RD 160 — 2015/DIGESA”, donde señala que hay 3 criterios establecidos. Se tomó en consideración el criterio (Puntos fijos — A la salida de la infraestructura de almacenamiento (reservorios)) ya que, en el punto del muestreo no existía un grifo o una válvula, para la toma de muestra, por lo tanto, se ubicó una vivienda cercana a la red de distribución, también se consideró los materiales y equipos de protección, señalados en el “Protocolo de Muestreo de Efluentes del MINSA”. Se procedió anotar las coordenadas de la zona donde se tomaron las muestras, como se observa en la Tabla 4.

**Tabla 4. Ubicación y punto de muestreo**

Localización del Punto de Muestreo	
Ubicación	AA.HH. San Benito
Distrito	Carabaylo
Provincia	Lima
Departamento	Lima
Coordenadas UTM	11°49'52.8"S 77°04'07.8"W

En la Figura 2, se observa el mapa de la ubicación de San Benito y el punto de muestreo (zona de estudio).



*Figura 2. Ubicación del AA.HH. San Benito, Lomas de Carabaylo-Lima. (ArcGIS, 2022)*

1. En la toma de muestra de aguas domésticas, se tomó en consideración la guía “RD 160 – 2015/DIGESA” – Protocolo de procedimiento para la toma de muestra, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. Se recolectó como muestra un total de 80 L de aguas domésticas. Ver Anexos 23, registro fotográfico.
2. Para la recolección de las cáscaras de pecanas se tuvo como localización el mercado Minorista N°01, ubicado en Av. Aviación 325, La Victoria 15018. Se recolectó 20 kilos de cáscara de pecana, y fueron llevados al laboratorio para su respectivo almacenamiento. Ver Anexos 23, registro fotográfico.
3. Para la recolección de las hojas de tara, se tuvo como ubicación Las Lomas de Primavera, en el distrito de Carabayllo. Se recolectó 1 kilo de hojas de tara y posterior ello, fue llevado al laboratorio para su almacenamiento. Ver Anexos 23, registro fotográfico.

### **3.5.2. Periodo 2: Parámetros físicos, químicos, y aceite y grasas en agua domestica**

#### **Temperatura, Potencial de hidrógeno, Conductividad Eléctrica, Potencial Redox (parámetros fisicoquímicos – Método potenciométrico)**

Estos parámetros fueron evaluados por el método potenciométrico utilizando un multiparámetro GONDO EZODO CO, Ltd. realizando primero la calibración de los electrodos utilizando buffer de pH 4, pH 7, pH 10, dando un óptimo resultado en su software del 95%, luego se homogenizo la muestra por 5 minutos con agitador magnético. Para tomar las mediciones de cada parámetro especificado, los resultados se encuentran en la Tabla 5. Ver Anexos 23, registro fotográfico.

#### **Turbidez**

La turbidez fue medida en un equipo fotométrico de marca Ezodo, la que fue calibrado con sus estándares de turbidez del equipo, se tomó la muestra después de agitar por 2 minutos e inmediatamente se colocó en la celda para realizar la

lectura, el volumen utilizado fue de 5 ml de muestra. Los resultados se encuentran en la Tabla 5.

### **Oxígeno Disuelto, Demanda química de oxígeno, Demanda bioquímica de oxígeno (parámetros biológicos – Método Winkler)**

Las mediciones de parámetros biológicos se realizaron por el método Winkler de acuerdo al estándar método internacional edición 23, y también utilizamos el método por reflujos con dicromato de potasio, para determinar la demanda química del oxígeno presente en el agua residual doméstico, estas fueron preparadas teniendo cuidado en no generar burbujas en las muestras porque perjudicaría el análisis de oxígeno disuelto, la demanda bioquímica consistió en verificar el DQO, para tener la toma de decisión del porcentaje de dilución ya que esta prueba toma un tiempo de 5 días para su evaluación los resultados se encuentran en las Tablas 6, 7, 8, 9 y 10.

Fórmulas:

$$O.D. (mgO_2/L) = \frac{Vol. gast \times N \times 8000 \times Vol. w}{Vol. m \times (Vol. w - 2)} \dots (1)$$

#### **Dónde:**

O.D.: Oxígeno Disuelto

Vol. gast: Volumen gastado de Tiosulfato de Sodio 0.025N

N: Normalidad del Tiosulfato de Sodio 0.025N

Vol. w: Volumen de frasco Winkler

Vol. m: Volumen de muestra

$$DQO (mgO_2/L) = \frac{(Vol. gast. Blanco - Vol. gast. Muestra) \times N \times 8000}{Vol. m} \dots (2)$$

**Dónde:**

Vol. gast. Blanco: Volumen gastado en el blanco

Vol. gast. Muestra: Volumen gastado en la muestra

N: normalidad del sulfato ferroso amoniacal 0.25N

Vol. m.: Volumen de la muestra

$$DBO5 (mgO_2/L) = \frac{OD inicial - OD final}{\% Dilución} \dots (3)$$

**Dónde:**

DBO5: Demanda bioquímica de oxígeno (mgO<sub>2</sub> /L)

ODINICIAL: Oxígeno disuelto inicial (mgO<sub>2</sub> /L)

ODFINAL: Oxígeno disuelto final (mgO<sub>2</sub> /L)

**Sólidos totales, Sólidos disueltos (parámetros físicos – Método gravimétrico)**

Son Parámetros físicos que se determinaron por el método gravimétrico, donde se tomó 100 ml de muestra teniendo la diferencia que en el caso de sólidos totales no se filtran, a diferencia que sólidos disueltos se filtran con papel Whatman N° 40, para colocarlos en plancha de calentamiento hasta que estas llegan a sequedad, luego se llevan a la estufa a 105 °C, por espacio de 4 horas para enfriar y llevar a pesar en una balanza analítica, los resultados se encuentran en las Tablas 11, 12 y 13.



Fórmulas:

$$ST (mg/l) = \frac{(W_{\text{vaso}} + \text{muestra} - W_{\text{vaso seco}}) * 1000}{V_L} \dots (4)$$

**Dónde:**

ST (mg/l): Sólidos Totales

WVASO +MUESTRA: Peso de la muestra seca a 105 °C por 45 minutos + peso del vaso

WVASO SECO: Peso del vaso seco a 105 °C por 45 minutos

VL: Volumen de la muestra en litros

$$SD (mg/l) = \frac{(W_{\text{vaso}} + \text{muestra} - W_{\text{vaso seco}} * 1000}{Vl} \dots (5)$$

**Dónde:**

SD (mg/l): Sólidos Disueltos

WVASO +MUESTRA: Peso de la muestra seca a 105 °C por 45 minutos + peso del vaso

WVASO SECO: Peso del vaso seco a 105 °C por 45 minutos

VL: Volumen de la muestra en litros filtrado.

$$SST (mg/L) = ST - SD \dots$$

(6) **Dónde:**

SST: Sólidos suspendidos totales (mg/l) ST: Sólidos totales (mg/l)

SD: Sólidos disueltos (mg/l)

## **Microbiología**

Este parámetro utilizó como método a los tubos múltiples, y sembrado en placa Petri para realizar un reencuentro de colonias y así se pudo determinar UFC/ml.

Fórmulas:

$$Nro. Colonias = (CA + CM + CB / 3) * 65 \dots (7)$$

### **Dónde:**

CA: Cantidad alta

CM: Cantidad media

CB: Cantidad baja

## **Aceites y grasas inicial en el agua residual**

Se procedió a filtrar la muestra en un embudo con papel de filtro Whatman de 125 mm, para emulsionar la grasa. Luego, el papel de filtro se colocó en la estufa a secar por 80°C. Seguidamente, se introdujo un balón de 500 ml a la estufa a 105°C, donde al momento de sacarlo se le introdujo un papel para que no entre la humedad, y se pesó el balón en una balanza analítica, donde fue 144.8650 g, el peso inicial del balón. Ver Anexo 23, para ver el registro fotográfico.

## **Método Soxhlet – Reflujo**

En el equipo Soxhlet, se le introdujo un cartucho de celulosa, donde adentro estuvo el papel filtro del proceso del filtrado, y se le añadió 250 ml de  $C_6H_{14}$  (Hexano) para poder solubilizar los aceites y grasas. Seguidamente, se realizó el proceso, donde el disolvente contenido en el balón estuvo en estado de evaporación a 60°C, así subió hacia el sifón y hacia el refrigerante en estado de condensación de forma gradual por medio de gotas, para así regresar al sifón en estado líquido. Ver Anexo 23, para ver el registro fotográfico.

### **Método de Destilación**

Se procedió a realizar el Método de Destilación con la sustancia obtenida del balón en el proceso de Reflujo, con el propósito de sacar el residuo de hexano y solo pueda quedarse el aceite y grasa, se colocó el balón en la estufa a 105°C, para así obtener el peso final del balón, donde fue 144.9556 g. Finalmente, se obtuvo la concentración inicial de aceites y grasas totales a partir de esta fórmula:

$$AYG - AM \text{ (mg AYG/kg)} = \frac{(W_{vf} - W_{vl} \times 1000)}{V_{ml}} \dots (8)$$

WVF = Peso del vaso final

WVI = Peso del vaso inicial

V (ml) = Volumen de muestra

### **3.5.3. Periodo 3: Propiedades físicas y químicas de la pecana y tara**

#### **Humedad de la tara y la cáscara de pecana (Método: Norma ASTM D-2216)**

Para obtener la humedad de la tara y la cáscara de pecana, se introdujo las cápsulas de porcelana al horno por 30 minutos, para realizar el proceso de desecación. Posterior a ello, se retiró las cápsulas y se dejó secar a temperatura ambiente. Se pesó la cápsula de porcelana sin muestra seleccionada para la tara, dando un valor inicial de 46.6730 g. Seguidamente se pesó otra cápsula de porcelana sin muestra seleccionada para la pecana, dando un valor inicial de 43.5935 g. A cada crisol de porcelana se le añadió un puñado de semillas de tara y pecana respectivamente, y se pesó en la balanza la cápsula de porcelana con la muestra de tara húmedo, dando un valor inicial de 56.0158 g. Seguidamente se pesó la otra cápsula de porcelana con la muestra de pecana húmedo, dando un valor inicial de 49.2463 g. Por último, se introdujo las dos cápsulas de porcelana con las muestras al horno por 3-4 horas, para el proceso de desecación. Luego de culminado el tiempo se dejó enfriar las cápsulas a temperatura ambiente. Se pesó la cápsula de porcelana con la muestra de la tara seca, dando un valor inicial de 53.28631 g. Seguidamente, se pesó la cápsula de porcelana con la muestra de la pecana seca, dando un valor inicial de 48.4122 g. A partir de la fórmula de la humedad se logró obtener el porcentaje de la

humedad de cada muestra tomada. Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla 15.

**Fórmula:**

$$\text{Humedad} = \frac{\text{peso del crisol} + \text{muestra húmeda} - \text{peso del crisol} + \text{muestra seca}}{(\text{peso del crisol} + \text{muestra seca}) - (\text{peso del crisol})} \times 100 \dots (9)$$

**Biocarbón de cáscara de pecana**

Para la obtención del biocarbón de cáscara de pecana, se pesó 3.500 kg. de cáscara de pecana en la balanza y se recolectó toda la muestra para un correcto orden. Posterior a ello, se añadió la muestra de cáscara de pecana al horno tipo reactor casero a 400 °C para el proceso del pirólisis, siendo este proceso anaeróbico, en ausencia de oxígeno, se logró descomponer térmicamente la muestra, generando el biocarbón. Ver Anexo 23, registro fotográfico.

**Humedad (Método: Norma ASTM D3173)**

Para hallar la humedad del biocarbón, en un crisol de porcelana se pesó 2 g de biocarbón en la balanza, y en una estufa a 103°C, se introdujo la cápsula de porcelana con el biocarbón para el proceso de desecación, hasta obtener un peso constante, luego se determinó el peso final de la cápsula con el biocarbón seco. Los resultados se pueden observar en la Tabla 17.

**Fórmula:**

$$\% Ch = (Phc - Psc) / Phc \times 100 \dots (10)$$

Dónde:

Ch: Contenido humedad del biocarbón (%)

Phc: peso inicial del biocarbón (g)

Psc: peso seco final del biocarbón (g)

### **Materia volátil (Método: Norma ASTM D3175)**

Para hallar la materia volátil del biocarbón, en un crisol de porcelana con tapa se pesó 2 g de biocarbón en la balanza, y este se colocó en una mufla a 900°C por un tiempo de 7 minutos. Posterior a ello, el crisol de porcelana se colocó en un desecador alrededor de 25 minutos para su enfriamiento. Finalmente, se calculó el peso final de la muestra, con el porcentaje de la materia volátil. Los resultados se pueden observar en la Tabla 17.

#### **Fórmula:**

$$\%MV = \frac{B - C}{B} \times 100 \dots (11)$$

#### **Dónde:**

B: biocarbón seco a 105 °C (g)

C: Peso de Biocarbón después de 900 °C (g)

MV: Materia volátil (%)

### **Cenizas (Método Norma ASTM D5142)**

Para hallar el contenido de ceniza del biocarbón, en una cápsula de porcelana se pesó 2 g de biocarbón en la balanza, y este se colocó en una mufla a 900 °C por un lapso de 2 horas, para la incineración de la muestra. Posterior a ello, se retiró la cápsula con las cenizas dentro y se colocó en un desecador alrededor de 30 minutos para su enfriamiento. Finalmente, se pesó en la balanza la cápsula de porcelana con las cenizas y se halla la concentración de cenizas dentro de la muestra. Los resultados se pueden observar en la Tabla 17.

#### **Fórmula:**

$$\%Cenizas = \frac{(\text{peso crisol} + \text{muestra a } 900^{\circ}\text{C}) - (\text{peso del crisol})}{(\text{peso del crisol} + \text{muestra}) - (\text{peso del crisol})} \times 100 \dots (12)$$

### **Carbono fijo (Método: Norma: ASTM D3172)**

El carbono fijo se halló en el residuo que quedó del crisol de la materia volátil. A partir de los datos obtenidos de la materia volátil, la humedad y las cenizas, se halló por la diferencia de estos. Los resultados se pueden observar en la Tabla 17.

#### **Fórmula:**

$$\% \text{ CF} = 100 - (\% \text{ ceniza} + \% \text{ materia volátil}) \quad \dots (13)$$

### **Peso**

Para el peso de la pecana, se tomó una muestra y se pesó en la balanza, cuyo peso fue de 4.6 kg, como se puede observar en la Figura 31. Para el peso de la tara, se tomó una muestra y se pesó en la balanza, cuyo peso fue de 2.4 kg. Los resultados se pueden observar en la Tabla 16.

### **Diámetro**

Para hallar el diámetro de la cáscara de pecana y la tara, se utilizó un micrómetro donde el tamaño de la cáscara de pecana fue de 60  $\mu\text{m}$ . El tamaño de la semilla de tara fue de 6  $\mu\text{m}$ . Los resultados se pueden observar en la Tabla 16.

### **Color**

La semilla de tara tuvo un color entre marrón — naranja. Por otra parte, la cáscara de pecana tuvo un color marrón. Los resultados se pueden observar en la Tabla 16.

## Hidrogel de tara

### Solución madre de Hidrogel

Para la obtención de la solución madre del hidrogel, se separó las legumbres o vainas de las semillas de la tara, y se introdujo las semillas en el horno para lograr desprender las cáscaras y eliminar los gérmenes, Posterior a ello, a través del proceso de molienda, se logró obtener la harina de tara. Luego, se pesó 2800 g. de harina de tara en la balanza. Seguidamente, en dos vasos precipitados de 2 L de capacidad, se le añadió 4000 ml de agua destilada y se agregó al vaso precipitado la harina de tara, donde se mezcló con la bagueta para la preparación del gel de tara. Los resultados se pueden observar en la Tabla 18.

Se logró hallar la concentración del hidrogel a partir de esta fórmula:

### Cálculo de la variabilidad del nivel de hidrogel

$$\frac{W}{mg} \times 100 = \% \quad \dots (14)$$

W = Peso de la solución madre de Hidrogel

mg= El peso de disolución

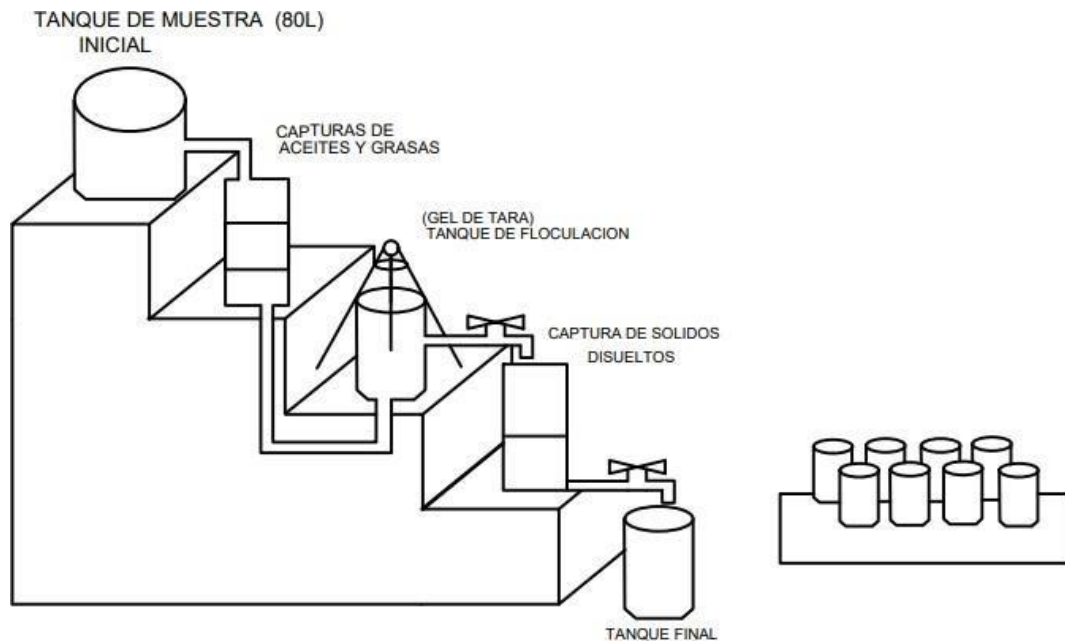
**Dosis H 1:** 700 ml de solución madre, y se le agregó 300 ml de agua destilada y se agitó para obtener la solución y su porcentaje de concentración fue de 0.07% de hidrogel. Ver Anexos 23, registro fotográfico

$$\frac{700}{1000000} \times 100 = 0.07\% \quad \dots (15)$$

### 3.5.1. Periodo 4: Diseño y Tratamiento del agua doméstica

Para elaborar este diseño se utilizó un recipiente de plástico de 80 L de capacidad, que fue el (Tanque de Muestra Inicial). El primer filtro de biocarbón tuvo 3 tamaños de malla ASTM que fueron: Malla M1 de tamaño N°-12, la malla M2 de tamaño N°+12, y la M3 de tamaño N°-12. Donde se agregó a la malla M1 700 kg de biocarbón, a la malla M2 800 kg de biocarbón y a la malla M3 700 kg de biocarbón. Estas mallas tuvieron como finalidad capturar los sólidos totales de la muestra total de agua domésticas. Este primer filtro tuvo una abertura por debajo para la conexión con el (Tanque de Floculación — Gel de Tara), que estuvo compuesto por un recipiente de plástico de 20 L de capacidad. A este tanque de floculación, su proceso fue el siguiente: Cada 30 minutos se le añadió 500 ml de solución de gel de tara, en total fueron 2500 ml de gel de tara durante todo el proceso. Seguidamente, el segundo filtro de biocarbón tuvo 2 tamaños de malla ASTM que fueron: Malla M4 de tamaño N°-12 y la malla M5 de tamaño N°+12. Donde se agregó a la malla M4 600 kg de biocarbón y a la malla M5 700 kg de biocarbón. Estas mallas tuvieron como finalidad capturar los sólidos disueltos de la muestra de agua doméstica. El total de biocarbón que se utilizó fue de 3500 kg. Por último, se utilizaron 8 recipientes de plástico de 2 L de capacidad para tomar las muestras tratadas cada 25 minutos, en total el proceso de tratamiento de remoción de aceites y grasas en aguas domésticas fue de 3 horas con 20 minutos, como se observa en la Figura 3. Ver Anexo 23, registro fotográfico.





*Figura 3.* Diseño final para el sistema de filtración de aguas domésticas (AUTOCAD)

### **Análisis granulométrico del biocarbón**

Para realizar el análisis granulométrico del biocarbón, las muestras que se obtuvieron del proceso del pirólisis, fueron pesadas para este análisis. Posterior a ello, estas muestras pasaron por un proceso de tamizaje. La talla de la malla ASTM — 422 de tamaño N° ½.

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

Se empleó las medidas de preferencia central, las cuales se están interpretando por estadísticos descriptivos, como las medias de los datos que han sido obtenidos de los parámetros: temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, potencial de hidrógeno y potencial redox. Posteriormente, se realizó un análisis de estadística inferencial de los datos que se obtuvieron en el tratamiento de las 8 muestras. Se llevó a cabo pruebas estadísticas bajo el software SPSS 25, donde se analizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, siendo este menor a 50 datos, y una prueba de correlación bivariada de Pearson.

### **3.7. Aspectos éticos**

El juicio en el cual se basó el trabajo de investigación fue el Protocolo de monitoreo de la calidad del agua de la Autoridad Nacional del Agua, la cual nos dio la veracidad de los datos precisos para una muestra representativa.

En este proyecto se siguió los protocolos por la Universidad César Vallejo, con respecto a la elaboración de las citas bibliográficas que están bajo Norma ISO 690 y 690-2, garantizando el derecho de autor sobre las fuentes empleadas en el desarrollo de la investigación, como también el empleo del código de ética, la solución rectoral N° 110-2022-VI-UCV y las líneas de investigación N° 200-2018-UCV, N°034-2021-VI-UCV, donde se menciona que la Universidad promueve las buenas prácticas científicas, así como la integridad científica para alcanzar los estándares de rigor científico. Por último, se utilizó el Turnitin para poder corroborar la autenticidad de la investigación.

#### IV. RESULTADOS

Los presentes resultados se obtuvieron de acuerdo a los objetivos planteados en la investigación:

##### 4.1. Efectos que produce el filtro de biocarbón e hidrogel en la remoción de aceites y grasas en aguas domésticas

El biocarbón obtenido a través del proceso de pirólisis demostró tener propiedades de adsorción, como también el gel de tara actuó como coagulante para el tratamiento de aguas domésticas, ya que este material es hidrófilo, puede limpiar el agua sin separarse del biocarbón.

##### 4.2. Parámetros físicos, químicos, biológicas y microbiológicas iniciales del agua residual doméstica – aceites y grasas

En la Tabla 5, se demuestran los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del agua doméstica inicial.

**Tabla 5: Parámetros fisicoquímicos del agua doméstica (Método potenciométrico)**

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica uS/cm	Potencial redox mV	Turbidez NTU
ARD-I	21.8	8.68	785	144.7	192

ARD-I: Agua residual doméstica – inicial

De acuerdo a la Tabla 5, se observó una temperatura a 21.8 °C, un pH de 8.68 y nos indicó que el agua es alcalina, porque existe una alta cantidad de nitratos y amoniacos que están dentro del agua a causa de la materia orgánica en descomposición, con una conductividad eléctrica de 785  $\mu$ S/cm, un potencial redox de 144.7 mV en la cual no tiene ningún signo negativo, significa que está en proceso de oxidación, y una turbidez alta de 192 NTU.

**Tabla 6: Oxígeno disuelto (OD) del agua doméstica**

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol. de muestra(ml)	Normalidad de tiosulfato de sodio	Vol. del Winkler (ml)	OD mg/l
ARD-I	1.3	100	0.02525	300	2.64

ARD-I: Agua residual domestica – inicial

De acuerdo a la Tabla 6, el Oxígeno disuelto se puede apreciar que se está perdiendo oxígeno, lo cual es bajo con un 2.64 mg/l.

**Tabla 7: Demanda química de oxígeno (DQO) (Método de dicromato)**

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol. de muestra (ml)	Normalidad de Sulfato ferroso	Vol. Gast. Blanco (ml)	DQO mg/l
ARD-I	0.45	3	0.25	3	1700.00

ARD-I: Agua residual doméstica – inicial

De acuerdo a la Tabla 7, la Demanda química de oxígeno se obtuvo 1700 mg/l, lo cual indica que hay una alta cantidad de materia orgánica y que también se pudo corroborar con el pH de 8.68.

**Tabla 8: Oxígeno disuelto inicial del DBO5**

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol. de muestra (ml)	Normalidad de tiosulfato de sodio	Vol. del Winkler (ml)	OD mg/l
ARD-I	4.1	100	0.02525	300	8.34

ARD-I: Agua residual domestica – inicial

**Tabla 9: Oxígeno disuelto final después de 5 días (DBO5)**

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol. de muestra (ml)	Normalidad de tiosulfato de sodio	Vol. del Winkler (ml)	OD mg/l
ARD-I	0.8	100	0.02525	300	1.63

De acuerdo a la Tabla 8 y 9, se analizó el OD inicial de DBO5 teniendo un 8.34 mg/l, lo cual fue alto para poder analizar el OD final después de 5 días. Se evaluó el OD final de 1.63 mg/l, teniendo una reducción de oxígeno y mucha presencia de materia orgánica. Por lo tanto, se corroboró la existencia de materia orgánica en el DQO de 1700 mg/l.

**Tabla 10: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (Método Winkler)**

Muestra	Oxígeno Disuelto Inicial	Oxígeno disuelto Final	Factor de dilución	DBO5
ARD-I	8.34	1.63	0.01	671

De acuerdo a la Tabla 10, se obtuvo un DBO5 de 671 mg/l. Por lo tanto, no hay mucha presencia de oxígeno disponible en la muestra de agua, teniendo en cuenta el OD inicial 8.34 mg/l y el OD final 1.63 mg/l.

**Tabla 11: Sólidos Totales (ST)**

Muestra	Peso del vaso seco (g)	Peso de vaso +ST (g)	Vol. de muestra (ml)	ST mg/l
ARD-I	97.5519	97.786	100	2341

**Tabla 12: Sólidos Disueltos (SD)**

Muestra	Peso del vaso seco (g)	Peso de vaso+ST (g)	Vol. de muestra (ml)	SD mg/l
ARD-I	94.5741	94.6811	100	1070

De acuerdo a la Tabla 11 y 12, se halló alta cantidad de materia en suspensión y disuelta de ST 2341 mg/l y los SD que fue de 1070 mg/l.

**Tabla 13: Sólidos Suspendidos totales (SST)**

Muestra	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Vol. de muestra (ml)	SST mg/l
ARD-I	2341	1070	100	1271

De acuerdo a la Tabla 13, se determinó los SST que fue una cantidad elevada de 1271 mg/l, por lo tanto, habrá disminución de oxígeno disuelto en el agua.

**Tabla 14: Conteo por placas Petri (24horas)**

Muestra	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Alto	4	3	2
Medio	2	1	1
Bajo	1	1	1
N° Colonias	151.67	108.33	86.67
UFC/ml	1516.7	10833	86670
Total	Coliformes totales	UFC/ml	99019

De acuerdo a la Tabla 14, se realizó un análisis de coliformes totales, donde se obtuvo un valor inicial de 99019 UFC/ml, lo cual fue un valor alto, lo que significó que el agua contenía alta cantidad de bacterias.

**Tabla 15: Aceites y Grasas del agua doméstica**

Muestra	Peso del Balón seco (g)	Peso del balón+ AYG (g)	Vol. de muestra (ml)	AYG mg/l
ARD-I	144.8650	144.9556	100	906

De acuerdo a la Tabla 15, se obtuvo una concentración inicial alta de aceites y grasas de 906 mg/l, en la muestra de agua.

#### 4.3. Propiedades físicas y químicas de la cáscara de pecana y el hidrogel de tara

**Tabla 16: Humedad de la tara y cáscara de pecana inicial**

Muestra	Peso del Crisol (g)	Peso del Crisol+CH (g)	Peso del Crisol+CS (g)	Humedad %
HT-I	46.6730	56.0158	53.28631	29.21
HP-I	43.5935	49.2463	48.4122	14.76

HT-I: Humedad de la tara - Inicial

HP-I: Humedad de la pecana - inicial

De acuerdo a la Tabla 16, se obtuvo una humedad de la tara de 29.21% y una humedad de la pecana de 14.76%.

**Tabla 17: Parámetros físicos de la tara y pecana**

Muestra	Peso	Diámetro	Largo	Color
PFT	2.4	6	5	Marrón - naranja
PFP	4.6	60	4	Marrón

PFT: Parámetros físicos de la tara

PFP: Parámetros físicos de la pecana

De acuerdo a la Tabla 17, se analizó los parámetros físicos de la tara, donde tuvo un peso de 2.4 gramos, un diámetro de 6 mm, un largo de 5 cm y color marrón-naranja. Por otra parte, se tuvo un peso de pecana de 4.6 gramos, un diámetro de 60 mm, un largo de 4 cm y color marrón.

**Tabla 18: Parámetros físicos del biocarbón de pecana**

Muestra	Humedad de pecana (%)	Materia volátil (%)	Ceniza (%)	Carbono fijo (%)
PFBP	2	52.65	7.97	39.38

PFBP: Parámetros físicos del biocarbón de pecana

De acuerdo a la Tabla 18, se obtuvo un porcentaje alto del contenido de aceite que contenía cada pecana y fue de 52.64% en materia volátil. Por otra parte, se obtuvo un porcentaje de ceniza aceptable de 7.97%, un carbono fijo de 39.38% para saber la capacidad de adsorción del biocarbón de pecana frente a los contaminantes.

#### **4.4. Densidades del biocarbón y la concentración del hidrogel para favorecer el tratamiento del agua doméstica por aceites y grasas**

**Tabla 19: Hidrogel de Tara**

Muestra	Peso de tara (g)	volumen de agua (ml)	Concentración %
T-M100	2800	4000	0.07

T-M100: Tara – malla 100 (0.150mm)

De acuerdo a la Tabla 19, para la elaboración del hidrogel de tara, se consideró una concentración del 0.07%, teniendo un peso de tara de 2800 gramos, un volumen de agua de 4000 ml, lo cual paso por una malla N°100.

**Tabla 20: Análisis granulométrico de la pecana**

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido	% Parcial retenido	% Acumulado	
				+ Retenido	-Pasa
N°1/4	6.3	0	0	0	100
N°4	4.75	0	0	0	100
N°5	4	88.58	29.527	29.527	70.473
N°6	3.35	45.11	15.037	44.564	55.437
N°10	2.00	94.21	31.403	75.967	24.033
N°18	1.00	38.30	12.767	88.734	11.267
N°18	-1.00	33.80	11.267	100.000	0.000

De acuerdo a la Tabla 20, se realizó un análisis granulométrico de la pecana, donde se utilizaron 7 mallas, donde la última malla N°18 en abertura -1.00 mm es de signo negativo ya que, es lo que pasa de la malla de arriba N°18 en abertura 1.00 de signo positivo. Se tuvo un peso retenido de 38.30 y un peso retenido de 33.80, eso quiere decir que, la pecana paso por el tamiz de manera fina.

**Tabla 21: Capacidad de absorbancia del biocarbón de pecana con azul de metileno (método espectrofotometría UV/V –  $\lambda$  660 nm)**

ESTANDAR	%T	ABSORBANCIA	K	N° MALLA
1ppm	78.6	0.1046	0.10458	
2ppm	65.5	0.1838	0.09188	N°5
3ppm	84.0	0.0757	0.02524	
4ppm	75.3	0.1232	0.03080	N° 2
		PROMEDIO	0.06312	

De acuerdo a la Tabla 21, se realizó la capacidad de absorbancia y se obtuvo mejores resultados en el 2ppm y 4ppm. El promedio de K que se utilizó fue con el método de azul de metileno por el método espectrofotometría UV/V, con una longitud de onda de 660 nm.



## Resultados del tratamiento

### 4.5. Tiempo óptimo para la reducción de aceites y grasas, utilizando el biocarbón de pecana, e hidrogel de tara para el tratamiento del agua doméstica

Volumen de análisis: 2000 ml por cada tiempo

Temperatura Constante: 22 °C

Caudal: Salida del tanque de muestra 150/67 (ml/seg)

Caudal: de salida del primer filtro 150/65 (ml/seg)

Caudal de salida del filtro de agua tratada 150/92 (ml/seg)

**Tabla 22: Parámetros fisicoquímicos final agua AYG (Método Potenciométrico)**

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica uS/cm	Potencial redox mV	Turbidez NTU
TARD - (M1-25)	22.00	8.23	1850	156.5	189.12
TARD - (M2-50)	22.00	8.12	1362	152.7	175.56
TARD - (M3-75)	22.00	7.85	1268	154.8	158.26
TARD - (M4-100)	22.00	7.64	1244	125.2	143.80
TARD - (M5-125)	22.00	7.56	1232	128.4	128.50
TARD - (M6-150)	22.00	7.45	1177	130.1	112.60
TARD - (M7 -175)	22.00	7.38	1166	134.3	100.2
TARD - (M8 - 200)	22.00	7.25	1124	136.6	80.70

De acuerdo a la Tabla 22, se analizó los parámetros fisicoquímicos finales del agua doméstica y se obtuvo mejores resultados en el tratamiento de la muestra N°8 con 200 minutos, tuvo una temperatura constante de 22°C, una reducción de 8.68 a 7.25 pH, una conductividad eléctrica de 785  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 1124  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , un potencial redox de 144.7 mV a 136.6 mV y una turbidez de 192 NTU a 80.70 NTU.

**Tabla 23: Oxígeno disuelto final del agua residual domestica (Método Winkler)**

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol.de muestra (ml)	Normalidad de tiosulfato	Vol. del winkler (ml)	OD mg/l
TARD- (M1-25)	0.7	100	0.02459	300	1.39
TARD- (M2-50)	0.8	100	0.02459	300	1.58
TARD- (M3-75)	1.0	100	0.02459	300	1.98
TARD- (M4-100)	1.02	100	0.02459	300	2.02
TARD- (M5-125)	1.05	100	0.02459	300	2.08
TARD- (M6-150)	1.12	100	0.02459	300	2.22
TARD- (M7-175)	1.18	100	0.02459	300	2.34
TARD- (M8-200)	1.28	100	0.02459	300	2.53

De acuerdo a la Tabla 23, se analizó el oxígeno disuelto en el tratamiento de las 8 muestras, y se comprobó que los valores fueron aumentando, llegando a obtener un valor de 2.53 mg/l en la muestra N°8, que significó que el biocarbón de pecana con el hidrogel había absorbido a una gran cantidad de materia orgánica dentro de la muestra de agua.

**Tabla 24: Demanda química de Oxigeno (DQO) final (Método dicromato de potasio)**

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol.de muestra (ml)	Normalidad de sulfato F	Vol. gast. Bk (ml)	DQO mg/l
TARD- (1-25)	0.70	3	0.2419	3	1483.65
TARD- (2-50)	1.12	3	0.2419	3	1212.7
TARD- (3-75)	1.35	3	0.2419	3	1064.4
TARD- (4-100)	1.54	3	0.2419	3	941.8
TARD- (5-125)	1.65	3	0.2419	3	870.8
TARD- (6-150)	2.02	3	0.2419	3	632.2
TARD- (7-175)	2.09	3	0.2419	3	587.0
TARD- (8-200)	2.15	3	0.2419	3	548.3

De acuerdo a la Tabla 24, se analizó el DQO después del tratamiento en las 8 muestras, y se observó que en el tratamiento de la muestra N°8 llego a 548.3 mg/l, lo cual disminuyo, ya que el OD hubo un incremento de oxígeno en la muestra de agua tratada.

**Tabla 25: Oxígeno disuelto inicial del DBO5 final**

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol. de muestra (ml)	Normalidad de tiosulfato	Vol. del winkler (ml)	ODi mg/l
TARD- (1-25)	3.50	100	0.02525	300	7.12
TARD- (2-50)	3.60	100	0.02525	300	7.32
TARD- (3-75)	3.52	100	0.02525	300	7.16
TARD- (4-100)	3.65	100	0.02525	300	7.42
TARD- (5-125)	3.85	100	0.02525	300	7.83
TARD- (6-150)	3.87	100	0.02525	300	7.87
TARD- (7-175)	3.88	100	0.02525	300	7.89
TARD- (8-200)	3.89	100	0.02525	300	7.91

De acuerdo a la Tabla 25, se analizó el OD inicial del DBO5 en el tratamiento de las 8 muestras, en la cuál en la muestra N°8 llevo a alcanzar un 7.91 mg/l, lo que significa mayor aumento de oxígeno.

**Tabla 26: Oxígeno disuelto final del DBO5 final**

Muestra	Vol. gast. en muestra(ml)	Vol.de muestra (ml)	Normalidad de tiosulfato	Vol. del winkler (ml)	ODf mg/l
TARD- (1-25)	1.2	100	0.02525	300	2.44
TARD- (2-50)	1.4	100	0.02525	300	2.85
TARD- (3-75)	1.6	100	0.02525	300	3.25
TARD- (4-100)	1.7	100	0.02525	300	3.46
TARD- (5-125)	1.8	100	0.02525	300	3.66
TARD- (6-150)	1.9	100	0.02525	300	3.86
TARD- (7-175)	2.01	100	0.02525	300	4.09
TARD- (8-200)	2.05	100	0.02525	300	4.17

De acuerdo a la Tabla 26, se analizó el OD final del DBO5 en el tratamiento de las 8 muestras después de 5 días, donde la muestra N°8, tuvo un OD final de 4.17 mg/l, lo cual tuvo un aumento favorable en presencia de oxígeno en la muestra de agua, lo cual se pudo corroborar la disminución en el DQO.

**Tabla 27: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) final (Método Winkler)**

Muestra	Oxígeno disuelto inicial mg/l	Oxígeno disuelto final mg/l	Dilución %	DBO5 mg/l
TARD- (1-25)	7.12	2.44	0.01	468
TARD- (2-50)	7.32	2.85	0.01	447
TARD- (3-75)	7.16	3.25	0.01	391
TARD- (4-100)	7.42	3.46	0.01	396
TARD- (5-125)	7.83	3.66	0.01	417
TARD- (6-150)	7.83	3.86	0.01	397
TARD- (7-175)	7.87	4.09	0.01	378
TARD- (8-200)	7.91	4.17	0.01	374

De acuerdo a la Tabla 27, se analizó el DBO5 en los 8 tratamientos, donde se observó que la muestra N°8, tuvo mejores resultados, teniendo una disminución de 374 mg/l, lo cual significó que en la muestra de agua tratada hay un incremento de oxígeno, teniendo baja presencia de materia orgánica.

**Tabla 28: Sólidos Totales (ST) finales (Método gravimétrico)**

Muestra	Peso del vaso seco (g)	Peso de vaso+ST (g)	Vol. de muestra (ml)	ST mg/l
TARD- (1-25)	98.3582	98.6439	100	2857
TARD- (2-50)	102.7219	102.9734	100	2515
TARD- (3-75)	98.7584	98.9793	100	2209
TARD- (4-100)	100.5108	100.7219	100	2111
TARD- (5-125)	100.5246	100.7281	100	2035
TARD- (6-150)	103.6112	103.7998	100	1886
TARD- (7-175)	105.4390	105.5831	100	1441
TARD- (8-200)	102.7149	102.8360	100	1211

De acuerdo a la Tabla 28, se analizó los sólidos totales en las 8 muestras de tratamiento, como valor inicial se obtuvo 2341 mg/l, lo cual después del tratamiento se obtuvo mejores resultados en la muestra N°8, teniendo una reducción de 1211 mg/l, lo que significa reducción de la materia en suspensión del agua tratada.

**Tabla 29: Sólidos Disueltos (SD) finales (Método gravimétrico)**

Muestra	Peso del vaso seco (g)	Peso de vaso+ST (g)	Vol. de muestra (ml)	SD mg/l
TARD- (1-25)	99.6083	99.8146	100	2063
TARD- (2-50)	101.2312	101.4261	100	1949
TARD- (3-75)	101.4711	101.6546	100	1835
TARD- (4-100)	107.1669	107.3375	100	1706
TARD- (5-125)	97.5524	97.7026	100	1502
TARD- (6-150)	94.5727	94.6933	100	1206
TARD- (7-175)	100.7923	100.8965	100	1042
TARD- (8-200)	100.4804	100.5782	100	978

De acuerdo a la Tabla 29, se analizó los sólidos disueltos en las 8 muestras de tratamiento, se obtuvo como valor inicial 1070 mg/l, y tuvo una reducción después del tratamiento de 978 mg/l, en la muestra N°8, lo que significa que se logró reducir gran cantidad de materia en suspensión y disuelta en el agua contaminada.

**Tabla 30: Sólidos Suspendidos Totales (SST) finales**

Muestra	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos disueltos (mg/l)	Vol. de muestra (ml)	SST mg/l
TARD- (1-25)	2857	2063	100	794
TARD- (2-50)	2515	1949	100	566
TARD- (3-75)	2209	1835	100	374
TARD- (4-100)	2111	1706	100	405
TARD- (5-125)	2035	1502	100	533
TARD- (6-150)	1886	1206	100	680
TARD- (7-175)	1441	1042	100	399
TARD- (8-200)	1211	978	100	233

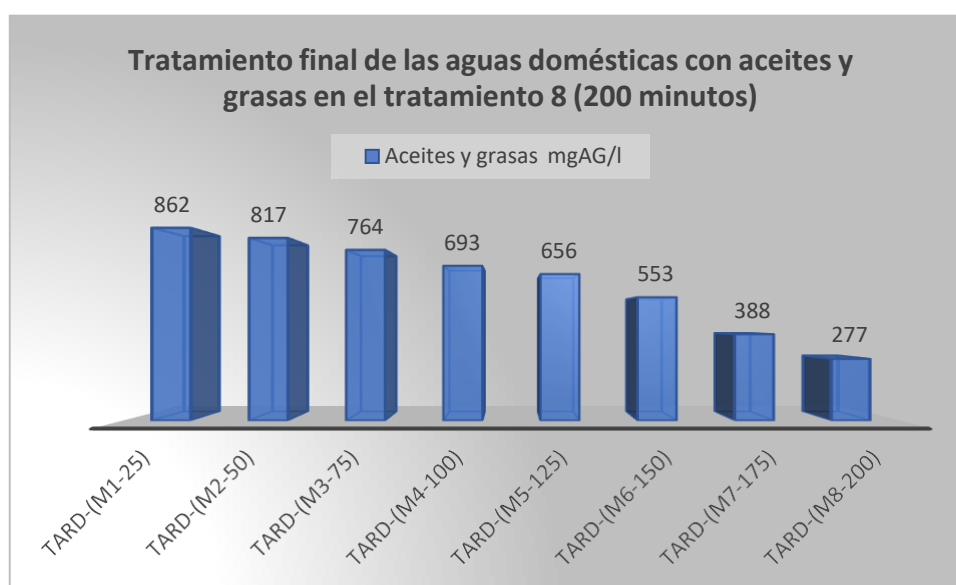
De acuerdo a la Tabla 30, se analizó los sólidos suspendidos totales en las 8 muestras tratadas, teniendo los valores de los ST y SD. En la muestra N°8, se obtuvo mejores resultados, con un valor de 233 mg/l, ya que a mayor tiempo de tratamiento se puede lograr una mayor reducción.

**Tabla 31: Agua residual domestica con AyG final (aceites y grasas inicial 906 mg/l)**

PRIMER TRATAMIENTO	Peso del balón seco	Peso de muestra	Peso de balón con muestra	Aceites y grasas MgA Y G/kg ps
TARD- (1-25)	162.8321	100	162.9183	862
TARD- (2-50)	142.3138	100	142.3955	817
TARD- (3-75)	142.4135	100	142.4899	764
TARD- (4-100)	202.3358	100	202.4051	693
TARD- (5-125)	202.4678	100	202.5334	656
TARD- (6-150)	162.4794	100	162.5347	553
TARD- (7-175)	202.4781	100	202.5169	388
TARD- (8-200)	142.4121	100	142.4398	277

$$REDUCCIÓN = \frac{(906 - 277) \times 100}{(906)}$$

De acuerdo a la Tabla 31, se realizó el tratamiento para la reducción de la concentración de aceites y grasas, donde se obtuvo un valor inicial de 906 mg/l, y después del tratamiento, se obtuvieron mejores resultados en la muestra N°8, dando un valor de 277 mg/l. Se obtuvo un porcentaje de 69.43% en reducción de aceites y grasas en el agua tratada.



**Figura 4.** Tratamiento final de aguas domésticas en el tratamiento 8 (200 minutos)

De acuerdo a la Figura 4, se observó que se pudo realizar una remoción de aceites y grasas utilizando el tratamiento mediante el filtro de biocarbón e hidrogel de tara. Mediante la fórmula de reducción de aceites y grasas, con los valores obtenidos iniciales y finales en la muestra N°8, se logró determinar que, en el tiempo de 200 minutos, hubo resultados más eficientes.

**Tabla 32: Número de colonias (tubos múltiples)**

Muestra	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
alto	2	2	1
medio	1	1	0
bajo	1	0	0
N° Colonias	86.67	65	21.6
UFC/ml	866.7	6500	21600
Total	Coliformes totales	UFC/ ml	28966.7

$$REDUCCIÓN = \frac{(99019 - 28966.7)}{(99019)} \times 100 = 70.75\%$$

De acuerdo a la Tabla 32, se realizó un análisis de coliformes totales, donde se obtuvo un valor inicial de 99019 UFC/ml, lo cual fue un valor alto, lo que significó que el agua contenía alta cantidad de bacterias. Posterior a realizar el tratamiento, se obtuvo un valor de 28966.7 UFC/ml, lo cual indicó una disminución de la cantidad de bacterias. Se obtuvo un porcentaje del 70.75% en reducción de coliformes totales.

**4.6. Pruebas de estadística de normalidad y correlacional de los parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos de la muestra de agua tratada.**

**Tabla 33: Normalidad de caracterización inicial del ARD**

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PFQ_IARD	,510	12	,000	,349	12	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

De acuerdo a la tabla 33, la normalidad es menor del  $p < 0.05$ , por tanto, rechaza la hipótesis nula significativamente porque su valor es 0.0000, entonces es no paramétrica, y se utilizara el estadístico Rho de Spearman.

**Tabla 34: Correlación de parámetros gravimétricos y biológicos**  
**Correlaciones**

			PG_IAR D	PB_AR D
Rho de Spearman	PG_IAR D	Coeficiente de correlación	1,000	-1,000**
		Sig. (bilateral)	0.000	0.
		N	3	3
	PB_ARD	Coeficiente de correlación	-1,000**	1,000
		Sig. (bilateral)	0.000	0.
		N	3	5

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

De acuerdo a la tabla 34, el coeficiente de correlación es -1 lo determina un criterio de correlación negativa grande y perfecta.



**Tabla 35: Análisis de varianza de los parámetros físicos, químicos, biológicos y gravimétricos**

ANOVA					
PFQ_IARD					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4028116496,350	3	1342705498,783	2,231	,162
Dentro de grupos	4815735264,443	8	601966908,055		
Total	8843851760,793	11			

De acuerdo a la tabla 35, al estadístico ANOVA el F es 2,231, lo que hace que se acepte la hipótesis alterna y se rechace la hipótesis nula ya que en la normalidad el  $p < 0.05$ .

**Tabla 36: Parámetros físicos, químicos, biológicos y gravimétricos de Agua Residual Doméstica**

PFQ_IARD			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
ARD_PI	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	1	282,5950	
3	4	790,6733	
2	3	1560,6667	
4	2	49963,0000	
Sig.		,153	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

A. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,824.

B. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

De acuerdo a la tabla 36, a tukey lo más resaltante son los parámetros microbiológicos del tratamiento del agua residual doméstica, dando una

significancia del  $p > 0.05$  aceptando la hipótesis del investigador.

**Tabla 37: Parámetros fisicoquímicos en los 8 tiempos del tratamiento**

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH_8T	,176	8	,200*	,936	8	,571
CE_8T	,310	8	,023	,707	8	,003
PR_8T	,224	8	,200*	,858	8	,114
TB_8T	,109	8	,200*	,977	8	,948

De acuerdo a la tabla 37, Se observa que el pH, PR, TB tienen un  $p > 0.05$  sin embargo la CE es menor al  $p < 0.05$  entonces la normalidad no tiene distribución normal.

**Tabla 38: Correlación de parámetros físicos y químicos**

			Correlaciones			
			pH_8T	CE_8T	PR_8T	TB_8T
Rho de Spearman	pH_8T	Coefficiente de correlación	1,000	1,000**	,500	1,000**
		Sig. (bilateral)	.	.	,207	.
		N	8	8	8	8
	CE_8T	Coefficiente de correlación	1,000**	1,000	,500	1,000**
		Sig. (bilateral)	.	.	,207	.
		N	8	8	8	8
	PR_8T	Coefficiente de correlación	,500	,500	1,000	,500
		Sig. (bilateral)	,207	,207	.	,207
		N	8	8	8	8
TB_8T	Coefficiente de correlación	1,000**	1,000**	,500	1,000	
	Sig. (bilateral)	.	.	,207	.	
	N	8	8	8	8	

De acuerdo a la tabla 38, La significancia es igual en los 4 casos 0.207 la cual es mayor a  $p > 0.05$  lo que hace que tengan un criterio de correlación positiva moderada.

**Tabla 39: Parámetros fisicoquímicos del tratamiento**

**ANOVA**

pH\_8T

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	8851094,476	3	2950364,825	211,735	,000
Dentro de grupos	390158,286	28	13934,224		
Total	9241252,762	31			

De acuerdo a la tabla 39, Si el F es grande entonces rechazamos la hipótesis nula y decimos que los grupos son diferentes para lo cual aceptamos la hipótesis alterna.

**Tabla 40: Parámetros fisicoquímicos con estadístico de tukey**

**pH\_8T**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamiento_ARD	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	8	7,6850	
4	8	136,0925	
3	8	139,8250	
2	8		1302,8750
Sig.		,137	1,000

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

De acuerdo a la tabla 40, se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. La significancia del proceso es mayor al  $p > 0.05$  por lo tanto, acepta la hipótesis nula y rechaza la alterna.

**Tabla 41: Normalidad de parámetros biológicos, y gravimétrica**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OD_8T	,210	8	,200*	,954	8	,747
DQO_8T	,182	8	,200*	,938	8	,587
DBO_8T	,260	8	,120	,889	8	,227
ST_8T	,141	8	,200*	,977	8	,947
SD_8T	,159	8	,200*	,921	8	,435
SST_8T	,196	8	,200*	,969	8	,889

De acuerdo a la tabla 41, La prueba de normalidad tiene una distribución normal, por lo tanto, es paramétrica, ya que  $p > 0.05$ , rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis del investigador.

**Tabla 42: Correlación de parámetros biológicos y gravimétricos**

		Correlaciones					
		OD_8T	DQO_8 T	DBO_8 T	ST_8T	SD_8T	SST_8T
OD_8T	Correlación de Pearson	1	-,972**	-,939**	-,975**	-,935**	-,708*
	Sig. (bilateral)		,000	,001	,000	,001	,049
	N	8	8	8	8	8	8
DQO_8 T	Correlación de Pearson	-,972**	1	,882**	,957**	,965**	,584
	Sig. (bilateral)	,000		,004	,000	,000	,129
	N	8	8	8	8	8	8
DBO_8 T	Correlación de Pearson	-,939**	,882**	1	,894**	,792*	,799*
	Sig. (bilateral)	,001	,004		,003	,019	,017
	N	8	8	8	8	8	8
ST_8T	Correlación de Pearson	-,975**	,957**	,894**	1	,956**	,733*
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,003		,000	,039
	N	8	8	8	8	8	8
SD_8T	Correlación de Pearson	-,935**	,965**	,792*	,956**	1	,500
	Sig. (bilateral)	,001	,000	,019	,000		,207
	N	8	8	8	8	8	8
SST_8T	Correlación de Pearson	-,708*	,584	,799*	,733*	,500	1
	Sig. (bilateral)	,049	,129	,017	,039	,207	
	N	8	8	8	8	8	8

De acuerdo a la tabla 42, En la correlación de parámetros biológicos y gravimétricos, los sólidos totales tienen un criterio de correlación positiva muy alta de 0.956 para ambos, también se observa que el sig. de los sólidos disueltos y del DQO son de 0.965 lo que toma un criterio de positivo muy alto.

**Tabla 43: Grupos de parámetros biológicos y gravimétricos**

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
OD_8	Entre grupos	23177676,4	5	4635535,28	46,075	,000
T	Dentro de grupos	4225575,49	42	100608,940		
	Total	27403251,9	47			
		47				

De acuerdo a la tabla 43, la estadística del análisis de varianza se tiene un F de variabilidad medio lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**Tabla 44: Estadístico de tukey**

		OD_8T				
		Subconjunto para alfa = 0.05				
Tratamiento_ARD	N	1	2	3	4	5
HSD Tukey <sup>a</sup>	1	8	2,0175			
	3	8	408,5000	408,5000		
	6	8		498,0000	498,0000	
	2	8			917,6063	
	5	8				1535,1250
	4	8				2033,1250
	Sig.		,129	,993	,109	1,000
						1,000

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

De acuerdo a la tabla 44, la significancia es mayor al  $p > 0.05$  lo que hace que se acepte la hipótesis alterna y rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 45: Aceites y grasa del tratamiento**

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
AG_8T	,182	8	,200*	,931	8	,521

De acuerdo a la tabla 45, La normalidad acepta la hipótesis del investigador porque su  $p > 0.05$ , teniendo una distribución normal paramétrica.

**Tabla 46: Homogeneidad de varianza del aceites y grasas**

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
AG_8T	Se basa en la media	5,185	1	6	,063
	Se basa en la mediana	5,122	1	6	,064
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	5,122	1	4,752	,076
	Se basa en la media recortada	5,184	1	6	,063

De acuerdo a la tabla 46, acepta la hipótesis del investigador ya que su  $p > 0.05$  y Levene tiene un valor aceptable en el proceso.

**Tabla 47: Análisis de varianza en el proceso por aceites y grasas**

**ANOVA**

AG\_8T

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	199080,500	1	199080,500	11,791	,014
Dentro de grupos	101303,000	6	16883,833		
Total	300383,500	7			

De acuerdo a la tabla 47, el  $p > 0.05$  lo que rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna dando a conocer que acepta la hipótesis de la investigación.



## V. DISCUSIÓN

En los resultados principales se utilizó el método potenciométrico, para los parámetros fisicoquímicos de la muestra de aguas domésticas contaminada de aceites y grasas, se obtuvo una temperatura inicial de 21.8°C, un pH de 8.68, su turbidez inicial fue 192 NTU, potencial redox de 144.7mV, una conductividad eléctrica 785  $\mu$ S/cm, el DBO de 1.63mg/L, y el DQO de 1700.00 mg/. Luego del tratamiento se utilizó el filtro de biocarbón de pecana y niveles de hidrogel, dieron los resultados finales: el pH fue de 7.25, turbidez fue de 80.70 NTU, el potencial redox fue de 125.2 mV, conductividad eléctrica fue de 1124  $\mu$ S/cm, el DBO fue de 4.17 mg/l y el DQO de 548.3 mg/l. Siendo así, los resultados demuestran que la temperatura y en la turbidez disminuyó, y además en la muestra N°8, el DBO aumentó debido a la presencia de oxígeno que tuvo en la muestra de agua tratada, ya que el DQO hubo una notable disminución y se concluye que tuvo una remoción de 69.43% y si será factible para el tratamiento de las aguas domésticas. De acuerdo con el trabajo de investigación de Muñoz (2019) la dosis de 2.5 gramos de cáscara de piña fue una cifra significativa en prueba de jarras sus resultados iniciales de turbidez de 69 NTU, también obtuvo un pH de 7.27, un potencial redox de 47.9, una conductividad eléctrica 1006  $\mu$ S/cm, el DBO DE 613 mg/L, y el DQO de 842 mg/L, tal que se pudo concluir que la mayor dosis de linaza es la que redujo al 88% siendo este el sistema adecuado para el tratamiento de estas aguas.

Los pesos de la cáscara de pecana se utilizaron para la elaboración del biofiltro, para remover los aceites y grasas en aguas domésticas, se realizó el siguiente orden: El primer filtro de biocarbón tuvo 3 tamaños de malla ASTM que fueron: Malla M1 de tamaño N°-12, la malla M2 de tamaño N°+12, y la M3 de tamaño N°-12. Donde se agregó a la malla M1 1700 kg de biocarbón, a la malla M2 800 kg de biocarbón y a la malla M3 700kg de biocarbón, y dado que el segundo filtro de biocarbón tuvo 2 tamaños de malla ASTM que fueron: Malla M4 de tamaño N°+12 y la malla M5 de tamaño N°-12. Donde se agregó a la malla M4 700 kg de biocarbón y a la malla M5 600 kg de biocarbón y así obteniendo 3500 kg de biocarbón de pecana en total. Se concluye que se obtuvo resultados óptimos para la remoción de aceites y grasas en la Malla M4de tamaño -12, ya que tiene un peso de 600 kg de biocarbón y con la

concentración de hidrogel del 0.07%. De acuerdo con el trabajo de investigación Tutivén (2020) se obtuvo que a partir de la obtención de 3 filtros con distintos pesos (1.50, 1.0, 0.70 mm) a través del método de varianza se obtuvo un pH 8.0, una turbidez de 0.31 NTU. Se concluyó que mediante el método de Varianza se pudo reducir los contaminantes que se encontraban en el pozo, así puede ser reutilizada para el uso de riego.

A partir de los resultados iniciales de los aceites y grasas mediante el método de Soxhlet-Reflujo para poder hacer los análisis establecidos en aguas domésticas, ya que se introdujo un cartucho de papel de celulosa, donde dentro estuvo el papel filtro del proceso filtrado y se añadió de C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> (hexano) para poder separar los aceites y grasas con un tiempo establecido de 1 hora, ya que el balón estuvo en un estado de vaporización a 60°C. Se concluye que mediante la Varianza, indicó que Pearson 0.05 redujo la remoción de los contaminantes de aceites y grasas en las aguas residual doméstica. De acuerdo con el trabajo de investigación de Avalos (2021) usando el método de Soxhlet para poder hacer los análisis establecidos se utilizó el C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> (hexano) para poder separar los aceites de las aguas contaminadas, con un tiempo establecido de 1 hora y 12 minutos. Por lo cual se concluyó que sus variables se adecuan a la extracción de aceite de acuerdo a su Varianza señalando el indicador Pearson 0.90.

La elaboración de un biofiltro de biocarbón de pecana y niveles de hidrogel, debe ser lento para así poder eliminar los aceites y grasas de las aguas contaminadas, y es por eso que se utilizó varios tamaños de biocarbón de pecana. De acuerdo con el trabajo de investigación de Carcausto (2017) elaboró un biofiltro a base de biocarbón, donde el proceso fue lento y así disminuyó las impurezas situadas en el agua, debido a que utilizó varios tamaños de carbón.

El hidrogel es un polímero natural, que se utilizó para remover los aceites y grasas, debido a que tiene una capacidad eficaz de adsorción y tiene que tener una alta viscosidad, debido a que el hidrogel actúa como coagulante. De acuerdo con el trabajo de investigación de Cioffi y Frettiz (2020) señalando que el hidrogel puede recuperar propiedades iniciales, esto quiere decir que puede recuperar una cifra de un proceso definido.

Los polímeros naturales tuvieron como finalidad buscar la mejoría para los parámetros fisicoquímicos del agua, utilizando polímeros naturales como la Goma de Tara y la pecana, para así poder remover los aceites y grasas y obtener la mayor eficacia en la viscosidad. Teniendo así la mejora en los siguientes parámetros (pH, concentración y coliformes totales). Se obtuvo un valor pH de 8.69 y el final fue de 7.25, para la solución se utilizó 4000 ml de hidrogel, su concentración fue de 0.07%, y además en los coliformes totales tuvo una reducción de 70.75%, ya que obtuvo inicial de 99010UFC/ml y un valor final de 28966.7 UFC/ml, así logrando una disminución de bacterias en el agua tratada. De acuerdo con el trabajo de investigación de Pérez y Torres (2019) tuvieron los siguientes resultados de sus parámetros: pH <5, para la dosis de 10 ml de Goma de Tara, su concentración fue de 0.3%, 22 ml de moringa, 20 rpm en la remoción de aguas. Y tuvo una remoción de 98.57% coliformes totales ya que tuvo un valor inicial de 62000 UFC/ml y un valor final de 800UFC/100ml. Se concluye que los resultados que obtuvieron, podrían mejorar el tratamiento, para que así puedan tener resultados óptimos.

Se implementó un diseño de biofiltro de biocarbón a base de pecana y niveles de hidrogel a base de goma de tara, para la eliminación de aceites y grasas en aguas domésticas. Se obtienen los siguientes resultados de los parámetros obtenidos: pH, DQO, DBO, SST), sólo se hizo un tratamiento en lo cual se obtuvieron 8 muestras. El pH inicial fue de 8.68 y después del tratamiento obtuvo un valor de 7.25, el DQO inicial fue de 1700 mg/l, y después del tratamiento fue de 548.3 mg/l, el DBO inicial fue de 671 mg/l, y el final fue de 374 mg/l, los SST inicial fue de 1271 mg/l, y el final fue de 233mg/l. Se concluye que la Muestra N°8 fue el que redujo los aceites y grasas en el agua, dando resultados óptimos. Según en su trabajo de investigación Maldonado (2020) implementó un diseño de filtro de carbón activado a base de coco, para la eliminación de aceites y grasas en residuales avícolas. Sus resultados fueron los siguientes de los parámetros con 7 tratamientos con 2 repeticiones: El T1 (pH de 8 redujo a 7.5, el DBO de 80 mg/l disminuyó a 76 mg/l, el DQO de 110 mg/l disminuyó en 107 mg/l). En el T2 (pH de 8 se redujo en 7.5, así también el DBO de 82 mg/l disminuyó a 76 mg/l, el DQO de 125 mg/l aumentó a 127 mg/l). En el T3 (pH 7.5 disminuyó en 7, el DBO de 70 mg/l a 70

mg/l, en la cual no se obtuvo una variación en los resultados, así mismo fue en el DQO de 134 mg/l a 134 mg/l). El T4 (pH 7 aumento en 7.5, el DBQ 70 mg/l a 70 mg/l, donde no se obtuvo cambios en los resultados, así mismo fue para el DQO de 90 mg/l a 90 mg/l). En el T5 (pH 6.5 se incrementó a 7, el DBQ de 68 mg/l disminuyó a 63 mg/l, y el DQO de 115 mg/l a 115 mg/l, donde no se obtuvo cambios en los resultados), de igual forma para el T6 (pH 7.5 a 7.5, DBO de 1200 mg/l a 1200 mg/l, DQO de 180 mg/l a 180mg/l, donde todos los resultados obtenidos del tratamiento N°6 no tuvieron ninguna variación). En el último T7 (el pH 8.5 redujo a 8, el DBO de 145 mg/l se incrementó a 150 mg/l, el DQO de 210 mg/l a 210 mg/l, los resultados no cambiaron). Se concluye que el tratamiento N°5 obtuvo resultados favorables, ya que redujo los contaminantes en el agua.

La pirolisis es un proceso anaeróbico, debido a la degradación de la materia orgánica de los residuos de la cáscara de pecana, y además el horno tiene que estar en una alta temperatura para así poder obtener el biocarbón de pecana. Según el trabajo de investigación de Sánchez et al. (2019) el biocarbón lo obtuvieron en el proceso de pirolisis, debido a la degradación de la materia, donde suelen quedarse residuos situados, esto ocurre en altas temperaturas y en escasez de oxígeno.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo al objetivo general, se logró determinar los efectos que produce el filtro de biocarbón y niveles de hidrogel, estos son efectivos para la remoción de aceites y grasas ya que, el biocarbón tiene propiedades de adsorción, y el gel de tara actúa como coagulante para el tratamiento de aguas domésticas.

Como primer objetivo específico, en los parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos, se obtuvo una temperatura de 22 °C, estando dentro de los límites máximos permisibles, en el pH 8.68 lo cual es alcalina, se redujo a un pH 7.25, la turbidez disminuyó de 192 NTU a 80.70 NTU, la DQO se obtuvo 1700 mg/l y disminuyó a 548.3 mg/l, la DBO5 se obtuvo 671 mg/l y disminuyó a 374 mg/l, en aceites y grasas se obtuvo 906 mg/l y disminuyó a 277 mg/l, con una reducción del 69.43%, en los SST se obtuvo 1271 ml/l y disminuyó a 233 ml/l, donde estuvo cerca de alcanzar los límites máximos y en coliformes totales se obtuvo 99019 NMP/100ml y disminuyó a 28966 NMP/100ml, lo cual tuvo una reducción del 70.75%.

Como segundo objetivo específico, en las propiedades físicas y químicas de la cáscara de pecana se logró determinar el contenido de la materia volátil, las cenizas, el carbono fijo y su humedad, para evitar reacciones altas de combustión durante el proceso de pirolisis; también se logró determinar que el gel de Tara debe tener una viscosidad amplia ya que es más resistente a fluir para tratar el agua doméstica por aceites y grasas.

Como tercer objetivo específico, las densidades del biocarbón que se utilizaron fueron de 800 gramos, 700 gramos y 600 gramos, en 5 filtros respectivamente y se utilizó una concentración del 0.07% de hidrogel.

Como cuarto objetivo específico, a mayor tiempo de filtrado, mayor es la concentración de aceites y grasas removidos, llegando a tener una remoción de 69.43 % de aceites y grasas en la muestra N°8 (3 horas y 20 minutos).

## **VII. RECOMENDACIONES**

- En las futuras investigaciones, estimar el tiempo de vida del filtro de biocarbón y cáscara de pecana ya que, solo se realizó un solo tratamiento con un determinado tiempo.
- Utilizar diferentes tamaños en la granulometría de harina de tara y cáscara de pecana para la remoción de aceites y grasas.
- Agregar tanques de oxidación al final de cada proceso del sistema de tratamiento del agua doméstica ya que, esto permitirá mayor suministro de oxígeno a los microorganismos o bacterias que están encargadas de degradar la materia orgánica.

## REFERENCIAS

ABDUL HAMID, N.S., CHE MALEK, N.A., MOKHTAR, H., MAZLAN, W.S. y MOHD TAJUDDIN, R., 2016. Removal of oil and grease from wastewater using natural adsorbents. *Jurnal Teknologi*, vol. 78, no. 5-3, pp. 97-102. ISSN 01279696. DOI 10.11113/jt.v78.8519

ALAA EL-DIN, G., AMER, A.A., MALSH, G. y HUSSEIN, M., 2018. Study on the use of banana peels for oil spill removal. *Alexandria Engineering Journal* [en línea], vol. 57, no. 3, pp. 2061-2068. ISSN 11100168. DOI 10.1016/j.aej.2017.05.020. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aej.2017.05.020>

AVALOS, Victor. Extracción de aceite de semillas de uva quebranta (vitis vinífera) de la región ica usando extractor xoxhlet. Universidad Nacional del Callao. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5602>

AVINEW. Potencial REDOX de oxidación — reducción ORP, para Bioseguridad de nuestras granjas. Revista aviNEWS España, 2019. Disponible en: [https://avinews.com/potencial-redox-de-oxidacion-reduccion-orp-para-la-bioseguridad-de-nuestras-granjas/#:~:text=El%20potencial%20Redox%20\(ORP\)%20es,de%20oxidaci%C3%B3n%20de%20reducci%C3%B3n](https://avinews.com/potencial-redox-de-oxidacion-reduccion-orp-para-la-bioseguridad-de-nuestras-granjas/#:~:text=El%20potencial%20Redox%20(ORP)%20es,de%20oxidaci%C3%B3n%20de%20reducci%C3%B3n).

BANCO MUNDIAL, 2020. El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías [en línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank>

BARRETO, J. y VARGAS, D., 2019. Evaluación de la eficiencia de la semilla de aguacate y mucílago de café como coagulantes naturales en el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Universidad Libre* [en línea], pp. 39. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10901/19180>

BAQUERIZO-CRESPO, R.J., MACÍAS-ALCÍVAR, J.A., ZHINGRE-FARFÁN, J.M., GÓMEZ-SALCEDO, Y., CÓRDOVA, A. y ZAMBRANO-ARCENTALES, M.A., 2020. Evaluation of the effect of *Moringa oleifera* and *Caesalpinia spinosa* mixtures on surface water turbidity. *Afinidad* [en línea], vol. 61

77, no. 591, pp. 189-194. ISSN 00019704. Disponible en: <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/377166>

BUANG, Y., SUWARI, S., TAMBARU, D. y OLA, A.R.B., 2018. Performances of Zeolite, Coconut Shell, and Zeolite+Coconut Shell-Based Water Cartridges to Minimize Contaminants of Drinking Water. *Journal of Applied Chemical Science*, vol. 5, no. 1, pp. 377-382. ISSN 20896328. DOI 10.22341/jacs.on.00501p377

BURCIAGA-MONTEMAYOR, Nidia G. et al. Compósitos en estado hidrogel con aplicación en la adsorción de metales pesados presentes en aguas residuales. *TIP* [online]. 2020, vol.23, e20200211. E pub 20-Jun-2020. ISSN 1405-888X. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.211>

CARRERA, L., 2020. Aplicación del biocarbón de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el tratamiento de aguas contaminadas con nitratos: Revisión Sistemática. *Universidad César Vallejo* [en línea], pp. 63. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66678>

CHALERMWAT, M. y SARIPAN, K., 2019. Effects of pH and Waste Water Loading on Fat Oil and Grease Adsorption Efficiency by Cattail Flowers Sugarcane Bagasse and Water Hyacinth. *Thai Science and Technology Journal (TSTJ)*, vol. 28, no. 11, pp. 1966-1976. Disponible en: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/188283/169709>

Conductividad Eléctrica/Salinidad. (2013). In 3.1.3.0. Disponible en: [https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf)

CISTERNA-OSORIO, P. y ARANCIBIA-AVILA, P., 2019. Comparison of biodegradation of fats and oils by activated sludge on experimental and real scales. *Water (Switzerland)*, vol. 11, no. 6, pp. 1-13. ISSN 20734441. DOI 10.3390/w11061286

ESCALANTE REBOLLEDO, Ariadna et al. Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Terra Latinoam* [online]. 2016, vol.34, n.3, pp.367-382. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-)



57792016000300367&lng=es&nrm=iso

ESPINOSA, CAMILIA Y JIMÉNEZ, LORENA. Desarrollo de una propuesta para la obtención de hidrogeles, 2016. Universidad de América, pp. 80. Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/540/1/6102469-2016-2-IQ.pdf>

ESPINOZA, EUDALDO. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Conrado* [online]. 2018, vol.14, pp.39-49. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442018000500039&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000500039&lng=es&nrm=iso)

GUILLEMES PEIRA, Ángel. Aplicación de la oxidación avanzada en la desinfección de aguas residuales. *RIHA* [online]. 2014, vol.35, n.3 pp.60-72. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382014000300005&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382014000300005&lng=es&nrm=iso).

HENAO-TORO, H., MELO-MORENO, A., CHICA, E., PÉREZ, J. y RUBIO-CLEMENTE, A. *Invesigación Formativa en Ingeniería* [en línea] / Edgar Serna M., Ed. 4ª. Ed, pp. 31-43. Medellín: Instituto Antioqueño de Investigación, 2020. S.l.: s.n. ISBN: 978-958-52333-1-7. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/339177219\\_Investigacion\\_formativa\\_en\\_ingenieria\\_3\\_ed](https://www.researchgate.net/publication/339177219_Investigacion_formativa_en_ingenieria_3_ed)

HERNÁNDEZ, I., SANTIAGO, C., LIMÓN, R., LÓPEZ, V. y AGUILAR, F., 2021. Tratamiento de agua residual de beneficio de café mediante un biofiltro de bajo costo. *Revista Ingeniantes* [en línea]. 2021. vol. 1, no. 1, pp. 60-66. Disponible en: <https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes8no1vol1/8%20Biofitro%20cafe.pdf>

JAHANBAN-ESFAHLAN, A., JAHANBAN-ESFAHLAN, R., TABIBIAZAR, M., ROUFEGARINEJAD, L. y AMAROWICZ, R., 2020. Recent advances in the use of walnut (*Juglans regia* L.) shell as a valuable plant-based bio-sorbent for the removal of hazardous materials. *RSC Advances*, vol. 10, no. 12, pp. 7026-7047. ISSN 20462069. DOI 10.1039/c9ra10084a

JIANG, Y., 2017. Preparation of activated carbon from walnut shell and its

application in Industrial Wastewater. *AIP Conference Proceedings* 1839, DOI 10.1063/1.4982428

LARÍOS-MEOÑO, GONZÁLES, CARLOS y MORALES, YENNYFER. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Universidad San Ignacio de Loyola. Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL. Vol. 2, N°2, pp. 09-25, 2017 [en línea]. Disponible en: <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>

LÓPEZ, M.I., SOLEDAD, B., DELGADO, J. y APONTE, G., 2021. Estudio de la capacidad adsorbente del biocarbón obtenido mediante tecnologías apropiadas como medio para purificar agua de lluvia. *Revista Tekhne* N° 24.2 [en línea]. Abril-Agosto 2021. pp. 40-52. Disponible en: <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/5034>

MAKHADMEH, I.M., GHARAIEBEH, S.F. y ALBALASMEH, A.A., 2021. Impact of irrigation with treated domestic wastewater on squash (*Cucurbita pepo* L.) fruit and seed under semi-arid conditions. *Horticulturae*, vol. 7, no. 8. ISSN 23117524. DOI 10.3390/horticulturae7080226

MALDONADO, D., 2020. Diseño de un filtro de carbón activado a base de estopa de coco (*Cocos Nucífera*) para la eliminación de aceites y grasas en aguas residuales avícolas. *Universidad Agraria del Ecuador* [en línea], pp. 97. Disponible en: [https://cia.uagraria.edu.ec/cia\\_inv\\_view.php?id=33745&option=view](https://cia.uagraria.edu.ec/cia_inv_view.php?id=33745&option=view)

MEDINA, Agustín. Calidad del Agua en Función de Turbidez y Coliformes en la Planta de Tratamiento La Quesera, Sucre, Celendín, 2016-2017, Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2117>

MEDINA, C., 2018. Aplicación de polímeros naturales en el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Universidad Central del Ecuador* [en línea], pp. 73. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15053>

MOJTABA, F., MOHAMMAD, K. y ABOLGHASEM, A., 2016. Water pollutants adsorption through an Enhanced activated carbon derived from

agriculture waste. *Archives of Hygiene Sciences* [en línea], vol. 5, no. 4, pp. 286-294. Disponible en: <https://jhygiene.muq.ac.ir/article-1-108-en.pdf>

MUÑOZ, B., 2019. Sistema de filtración rápida con biocarbón de residuos de piña y linaza en el tratamiento de agua residual domestica Coronel Portillo-Huacho 2019. *Universidad César Vallejo* [en línea], pp. 107. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/67672>

OSEIDA, M.Z.V., 2019. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LA SEMILLA DE MORINGA (*Moringa oleífera*). *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 53, no. 9, 58 pp. ISSN 1098-6596

PAPADAKI, M.I., MENDOZA-CASTILLO, D.I., REYNEL-AVILA, H.E., BONILLA-PETRICIOLET, A. y GEORGOPOULOS, S., 2021. Nut Shells as Adsorbents of Pollutants: Research and Perspectives. *Frontiers in Chemical Engineering*, vol. 3, pp. 1-15. DOI 10.3389/fceng.2021.640983

PARODI MIRANDA, D., 2018. Material compuesto a partir del residuo cáscara de nuez *Juglans regia*. *RChD: creación y pensamiento*, vol. 3, no. 5, pp. 1-13. ISSN 0719-8426. DOI 10.5354/0719-837x.2018.49472

PEÑA, B.S.D., BARRANCO, J.E. y CASTRO, L., 2018. Are detergents and fertilizers responsible of water pollution? *International Journal of Current Research*, vol. 10, no. 11, pp. 75008-75011. Disponible en: <http://journalcra.com/sites/default/files/issue-pdf/33054.pdf>

PÉREZ, W. y TORRES, W., 2019. Optimización del agua a base de biopolímeros orgánicos de goma de tara (*Caesalpinia Spinosa*) y Moringa (*Moringa Oleífera*). [en línea], 196 pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12840/1887>

PRÉSIGA-LÓPEZ, D., RUBIO-CLEMENTE, A. y PÉREZ, J.F., 2021. Uso del biocarbón como material alternativo para el tratamiento de aguas residuales contaminadas. *Revista UIS Ingenierías*, vol. 20, no. 1, pp. 121-134. ISSN 2145-8456. DOI <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n1-2021011>

SÁENZ, G.S., 2019. «Comparación de la eficiencia de Moringa oleífera y *Caesalpinia spinosa* para mejorar la calidad del agua residual del dren 2000». *Universidad César Vallejo* [en línea], 68 pp. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/39463>

Sánchez-Reinoso AD, Ávila-Pedraza E.A., Restrepo-Díaz H. Use of Biochar in Agriculture. *Acta biol. Colomb.* 2020;25(2):327-338. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n2.79466>

SHRUTHI, K.M. y JEEVITHA, P., 2018. Removal of Heavy Metals in Wastewater using Walnut Shells as Adsorbent. *International Journal of Applied Engineering Research* [en línea], vol. 13, no. 7, pp. 241-244. ISSN 0973-4562 Disponible en: [https://www.ripublication.com/ijaerspl2018/ijaerv13n7spl\\_50.pdf](https://www.ripublication.com/ijaerspl2018/ijaerv13n7spl_50.pdf)

TORRES, GIAN MARCO. Humedad artificial con la especie *Typha dominguensis* para el tratamiento de aguas domésticas, AA.HH. San Benito-Carabayllo, 2017 [en línea], pp.128. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/28338>

TUTIVÉN, B., 2020. Evaluación de la eficiencia del carbón activado procedente del pseudotallo de plátano (*Musa paradisiaca L.*) para su uso en remoción de contaminantes en agua de pozo. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil* [en línea], pp. 113. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15510>

VALERIANO-MAMANI, J.J. y MATOS-CHAMORRO, R.A., 2019. Influence of Tara (*Caesalpinia spinosa*) Gum as an Aid in the Coagulation-Flocculation Process to Remove the Turbidity of an Artificial Suspension of Bentonite. *Informacion Tecnologica*, vol. 30, no. 5, pp. 299-308. ISSN 0718-0764. DOI 10.4067/S0718-07642019000500299

YASEEN, Z.M., ZIGALE, T.T., TIYASHA, D, R.K., SALIH, S.Q., AWASTHI, S., TUNG, T.M., AL-ANSARI, N. y BHAGAT, S.K., 2019. Laundry wastewater treatment using a combination of sand filter, bio-char and teff straw media. *Scientific Reports*, vol. 9, no. 1, pp. 1-11. ISSN 20452322. DOI 10.1038/s41598-019-54888-3

ZAMORA, H., 2019. Características físico-químicas de aceites y grasas y sus efectos en los sistemas de alcantarillados [en línea], pp. 18. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12805/1179>


## Anexos

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables


VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Variable Independiente:</b> Filtro de biocarbón e hidrogel	El biocarbón es un componente sustentable y alternativo que posee en sus características una capacidad óptima para la adsorción de contaminantes (Présiga, Rubio y Pérez, 2020)  Los materiales con mayor eficiencia en adsorción son los hidrogeles a base de polímeros/biopolímeros, cómo también las diferentes técnicas de remoción a partir de filtros a base de tela de carbón activado (Burciaga-Montemayor et al., 2020)	Se realizó la obtención la obtención de hidrogel a base de Goma de Tara, donde se calculó los pesos del biocarbón de pecana, donde se obtuvo las 8 muestras en diferentes tiempos	Propiedades físicas y químicas de la pecana y tara	Humedad Potencial de hidrógeno Materia volátil Cenizas Carbono fijo Peso Diámetro Espesor Color Biocarbón de cáscara de pecana Hidrogel de Tara	% Ácido/base % % % g cm cm razón horas minutos
				Diseño y Tratamiento y del agua residual	Densidad del biocarbón Concentración de hidrogel de tara Análisis granulométrico del biocarbón Análisis granulométrico de la tara Medidas de filtros
<b>Variable dependiente:</b> Remoción de aceites y grasas en aguas domésticas	La remoción de aceites y grasas es un sistema de tratamiento para la adsorción de contaminantes evitando la disminución del oxígeno en el agua (Bravo, Osorno y Salgado, 2017)	Se realizó el análisis de los parámetros físicos y químicos en un antes y después de aplicar el estímulo a nivel laboratorio.	Propiedades físicas, químicas y aceites y grasas del agua residual doméstica	Temperatura Potencial de hidrógeno Conductividad Eléctrica Potencial Redox Turbidez Oxígeno Disuelto Demanda química de oxígeno Demanda bioquímica de oxígeno Sólidos totales Sólidos disueltos Microbiológico Aceites y grasas inicial	°C Acido/base uS/cm mV NTU mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l UFC/ml mg/l
				Resultados del tratamiento	Tiempos (20, 40, 60, 80, 100, 120) Dosis optima de biocarbón e hidrogel Reducción de aceites y grasas

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Instrumento N° 1 Juicio de expertos

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		FICHA 1. UBICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA		REV. 1
		FORMATO DE FICHA DE REVISIÓN		
TÍTULO		Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabaylo - Lima 2022		
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN		CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES		
FACULTAD		INGENIERÍA AMBIENTAL		
INTEGRANTES		Ramírez Escobar María Fernanda - Urbina Valderrama Pierina Michelle		
ASESOR		Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso	FECHA	
LUGAR			DISTRITO	
N° de muestra	Coordenadas UTM		Hora de extracción de la muestra	Volumen de muestra (L)
	Este	Norte		

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308




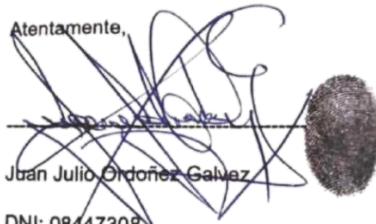
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450



LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111611

Anexo 3. Instrumento N° 2 Juicio de expertos


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	FICHA 2. CARACTERIZACIÓN DE LA CÁSCARA DE PECANA E HIDROGEL DE TARA		REV. 2	
	FORMATO DE FICHA DE REVISIÓN			
TÍTULO	Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo - Lima 2022			
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES			
FACULTAD	INGENIERÍA AMBIENTAL			
INTEGRANTES	Ramírez Escobar María Fernanda - Urbina Valderrama Pierina Michelle			
ASESOR	Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso			
<b>Parámetros físicos de la tara y pecana</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Dimensiones (Largo)</b>	<b>Color</b>
PFT				
PFP				
<b>Características del Hidrogel de Tara</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Peso de la Tara (g)</b>	<b>Volumen de agua (ml)</b>	<b>Concentración (%)</b>	<b>Malla (ASTM)</b>

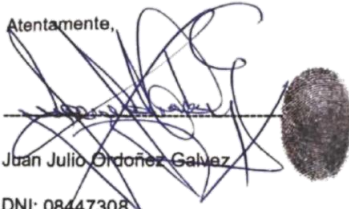
Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

  
 LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111111

Anexo 4. Instrumento N° 3 Juicio de expertos

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		FICHA 3. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL BIOCARBÓN DE PECANA		REV. 3		
		FORMATO DE FICHA DE REVISIÓN				
TÍTULO		Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabaylo - Lima 2022				
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN		CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES				
FACULTAD		INGENIERÍA AMBIENTAL				
INTEGRANTES		Ramírez Escobar María Fernanda - Urbina Valderrama Pierina Michelle				
ASESOR		Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso				
<b>Tipo</b>		<b>Composición</b>		<b>Malla (ASTM)</b>		<b>Diámetro (mm)</b>
<b>Características del filtro de biocarbón de pecana</b>						
Muestra	N° de filtros	Peso del biocarbón (g)	Humedad de pecana (%)	Materia Volátil (%)	Ceniza (%)	Carbono Fijo (%)


Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

  
 LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111F11



Anexo 5. Instrumento N° 4 Juicio de expertos

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	FICHA 4. CARACTERIZACIÓN INICIAL DEL AGUA DOMÉSTICA		REV. 4									
	FORMATO DE FICHA DE REVISIÓN											
TÍTULO		Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabaylo - Lima 2022										
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN		CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES										
FACULTAD		INGENIERÍA AMBIENTAL										
INTEGRANTES		Ramírez Escobar María Fernanda - Urbina Valderrama Pierina Michelle										
ASESOR		Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso										
<b>PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS</b>												
N° de MUESTRA (ml)	Temp. (°C)	pH (Ácido/B ase)	CE (µS/cm)	Potencial Redox (mV)	Turbidez (NTU)	OD (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	ST (mg/l)	SD (mg/l)	SST (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308




Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450



LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111611

Anexo 6. Instrumento N° 5 Juicio de expertos

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	FICHA 5. CARACTERIZACIÓN FINAL DEL AGUA TRATADA		REV. 5									
	FORMATO DE FICHA DE REVISIÓN											
TÍTULO			Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabaylo - Lima 2022									
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN			CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES									
FACULTAD			INGENIERÍA AMBIENTAL									
INTEGRANTES			Ramírez Escobar María Fernanda - Urbina Valderrama Pierina Michelle									
ASESOR			Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso									
<b>PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS</b>												
N° de MUESTRA (ml)	Temp. (°C)	pH (Ácido/B ase)	CE (µS/cm)	Potencial Redox (mV)	Turbidez (NTU)	OD (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	ST (mg/l)	SD (mg/l)	SST (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450



LUIS FERMIR  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111511



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Ordoñez Gálvez, Juan Julio
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Ubicación y recolección de la muestra
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

SI

Atentamente,

**90%**

Juan Julio Ordoñez Gálvez

Lima, 9 de mayo del 2022

DNI: 08447308

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Ordoñez Gálvez, Juan Julio
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización de la cáscara de pecana e hidrogel de tara
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

SI  
 NO  
 Atentamente,  
  
**90%**  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 Lima, 9 de mayo del 2022  
 DNI: 08447308



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES:

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Ordoñez Gálvez, Juan Julio  
 I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo  
 I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales  
 I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización física del biocarbón de pecana  
 I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022  
 I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación  
 -Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

 sí

Atentamente,

 90%

Lima, 9 de mayo del 2022

DNI: 08447308



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Ordoñez Gálvez, Juan Julio
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización inicial del agua doméstica
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

Si

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

Atentamente,  
**90%**

Lima, 09 de mayo del 2022

DNI: 08447308



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Ordoñez Galvez, Juan Julio
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- II.1 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.3 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización final del agua tratada
- I.4 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.5 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

Si

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

Atentamente,  
 90%

Lima, 09 de mayo del 2022

DNI: 08447308



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Acosta Suasnabar Eusterio Horacio
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Ubicación y recolección de la muestra
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**90%**

Lima, 9 de mayo del 2022



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Acosta Suasnabar Eusterio Horacio
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización de la cáscara de pecana e hidrogel de tara
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**90%**

Lima, 9 de mayo del 2022



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Acosta Suasnabar Eusterio Horacio
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización física del biocarbón de pecana
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**90%**

Lima, 9 de mayo del 2022



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Acosta Suasnabar Eusterio Horacio
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización inicial del agua doméstica
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**90%**

Lima, 9 de mayo del 2022  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Acosta Suasnabar Eusterio Horacio
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- II.1 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.3 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización final del agua tratada
- I.4 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.5 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**90%**

Lima, 9 de mayo del 2022  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Holguin Aranda, Luis Fermín
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Ubicación y recolección de la muestra
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabaylo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**85%**

*Luis Fermín*  
 LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111411



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Holguin Aranda, Luis Fermín
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización de la cáscara de pecana e hidrogel de tara
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

*Luis Fermín*  
**LUIS FERMIN**  
**HOLGUIN ARANDA**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
 Reg. CIP. N° 111F11

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**85%**



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Holguin Aranda, Luis Fermín
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización física del biocarbón de pecana
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

*Luis Fermín*  
**LUIS FERMÍN**  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111611

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**85%**



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Holguín Aranda Luis Fermín
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización inicial del agua doméstica
- I.5 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.6 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

*Luis Fermín*  
**LUIS FERMÍN**  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. C.I.P. N° 111F11

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**85%**





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1 Apellidos y Nombres del validador: Holguin Aranda, Luis Fermín
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- II.1 Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- I.3 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Caracterización final del agua tratada
- I.4 Título de Investigación: Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabayllo – Lima 2022
- I.5 Autor(A) del Instrumentos: Ramírez Escobar María Fernanda / Urbina Valderrama Pierina Michelle

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

X

*Luis Fermín*  
 LUIS FERMIN  
 HOLGUIN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111414

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**85%**



## Anexo 23. Evidencias del registro fotográfico del procedimiento



Figura A. Recolección de la cáscara de pecana y las semillas de tara

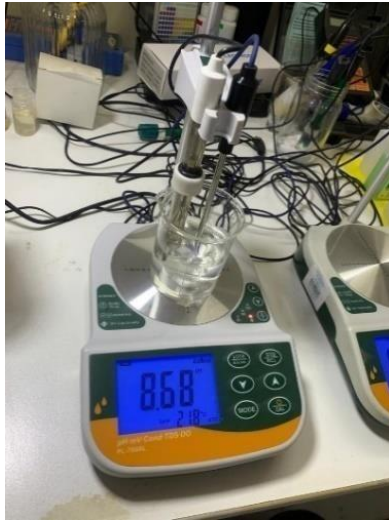


Figura B. Determinación de los parámetros fisicoquímicos, biológicos y microbiológicos de la muestra de agua

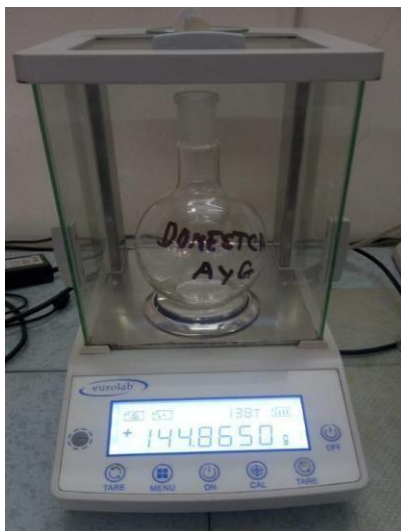


Figura C. Determinación de la concentración de aceites y grasas en la muestra de agua



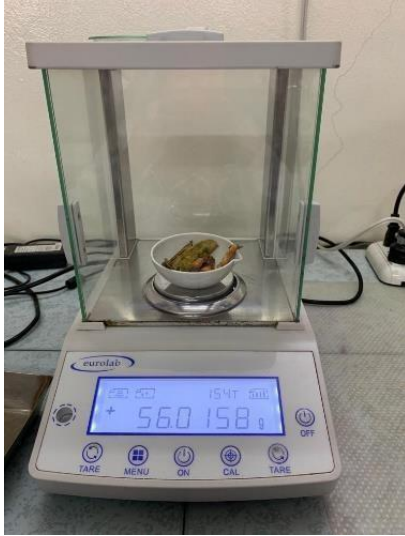


Figura D. Determinación de las características físicas de la cáscara de pecana y las semillas de tara



Figura E. Proceso de obtención del biocarbón de pecana



Figura F. Proceso de obtención para la elaboración del hidrogel de tara



Figura G. Elaboración del diseño para el tratamiento de aguas domésticas



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, LIZARZABURU AGUINAGA DANNY ALONSO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Filtro de biocarbón e hidrogel para remover aceites y grasas en aguas domésticas, Carabaylo - Lima 2022", cuyos autores son RAMIREZ ESCOBAR MARIA FERNANDA, URBINA VALDERRAMA PIERINA MICHELLE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 25 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LIZARZABURU AGUINAGA DANNY ALONSO : 17640671 <b>ORCID:</b> 0000-0002-1384-4603	Firmado electrónicamente por: DLIZARZABURUA el 25-07-2022 13:25:50

Código documento Trilce: INV - 0914854