



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





**FACULTAD DE ECOLOGÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Tesis

# **Tratamiento de aceites y grasas de aguas residuales de un lavadero, mediante carbón activado de cáscara de naranja**

Para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

**Autor:**

María Mercedes Zelada Rodas

<https://orcid.org/0000-0001-7810-6778>

**Asesor:**

Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna

<https://orcid.org/0000-0003-3755-4093>

**Moyobamba, Perú**

**2024**



**FACULTAD DE ECOLOGÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Tesis

# **Tratamiento de aceites y grasas de aguas residuales de un lavadero, mediante carbón activado de cáscara de naranja**

Para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

**Autor:**

María Mercedes Zelada Rodas

**Sustentado y aprobado el 16 de octubre del 2024, ante el honorable jurado:**

  
\_\_\_\_\_  
**Presidente de Jurado**  
Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache  
Liza

  
\_\_\_\_\_  
**Secretario de Jurado**  
Ing. M.Sc. Mirtha Felicita  
Valverde Vera

  
\_\_\_\_\_  
**Vocal de Jurado**  
Ing. M.Sc. Stanler Irigoín Vásquez

  
\_\_\_\_\_  
**Asesor**  
Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

**Moyobamba, Perú**

**2024**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS**

**CONDUCENTES A TÍTULO PROFESIONAL N.º 016-2024-UNSM/EPIS/UI**

**Jurado reconocido con Resolución N.º 129-2022-UNSM/CFT/FE, Moyobamba 29 de abril del 2022, con Resolución N.º 173-2024-UNSM/CF/FE, de fecha 25 de abril de 2024 y modificado con Resolución N.º 379-2024-UNSM/CF/FE, de fecha 26 de julio de 2024.**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA SANITARIA**

A las 17:00 horas, del día miércoles 16 de octubre del 2024, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: **Tratamiento de aceites y grasas de aguas residuales de un lavadero, mediante carbón activado de cáscara de naranja**, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario, presentado por **María Mercedes Zelada Rodas**, con la asesoría del **Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el **Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza** (Presidente del jurado), **Ing. M.Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera** (Secretario), **Ing. M.Sc. Stanler Irigoín Vásquez** (Vocal) y acompañado por el **Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna** (Asesor), el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N.º 373-2022-UNSM/CFT/FE, de fecha, 02 de noviembre de 2022.**

Seguidamente el autor expuso el informe final de tesis y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y evaluado por el jurado con la venia del asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue.. **QUINCE.....(15)**), tal como se deja constar en la siguiente descripción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
FACULTAD DE ECOLOGIA  
Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria



De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es  
.....**APROBATORIA**.....y correspondiente a la calificación de.....**BUENO**.....

Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendarios.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 001 del Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las ....**18:30**.... horas, el mismo día 16 de octubre del 2024.

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza  
Presidente de Jurado

Ing. M.Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera  
Secretario de Jurado

Ing. M.Sc. Stabler Irigoin Vásquez  
Vocal del Jurado

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna  
Asesor

María Mercedes Zelada Rodas  
Autor

## Declaración de autenticidad

**María Mercedes Zelada Rodas**, con DNI N° 74634347, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Tratamiento de aceites y grasas de aguas residuales de un lavadero, mediante carbón activado de cáscara de naranja**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados: por tanto; la información de esta investigación debe considerarse como porte a la realidad investigada.

Por todo lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 16 de octubre de 2024



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Zelada'.

.....  
**María Mercedes Zelada Rodas**

DNI N° 74634347

## Ficha de identificación

<p><b>Título del proyecto</b> Tratamiento de aceites y grasas de aguas residuales de un lavadero, mediante carbón activado de cáscara de naranja</p>	<p><b>Área de investigación:</b> Ciencia y Tecnología Ambiental  <b>Línea de investigación:</b> Saneamiento ambiental  <b>Sublínea de investigación:</b> Tratamiento del agua  <b>Grupo de investigación:</b> Tecnologías de Tratamiento de Agua (Resolución N° 251-2022-UNSM/CFT/FE)  <b>Tipo de investigación:</b>          Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p><b>Autor:</b> María Mercedes Zelada Rodas</p>	<p>Facultad de Ecología          Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria  <a href="https://orcid.org/0000-0001-7810-6778">https://orcid.org/0000-0001-7810-6778</a></p>
<p><b>Asesor:</b> Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b>          Facultad de Ecología          Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria          Unidad o Laboratorio Ingeniería Sanitaria  <a href="https://orcid.org/0000-0003-3755-4093">https://orcid.org/0000-0003-3755-4093</a></p>

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi amado Dios, por haberme otorgado una familia extraordinaria, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, logrando así terminar una carrera profesional y así mismo hoy lograr terminar a tiempo la ejecución de esta tesis.

A mis queridos padres; Marilú Rodas Sánchez y Esteban Zelada Suarez, por ser mi apoyo incondicional, inculcándome siempre con sus sabios consejos el camino del bien; logrando hoy cumplir una de mis metas propuestas en la vida.

A mis queridos hermanos, Cristhian Deybi Zelada Rodas y Norvil Alexander Zelada Rodas por brindarme su apoyo inmensurable durante mi carrera profesional y en la ejecución de mi tesis.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme tener tres motivos para ser feliz, las cuales son; vida, salud y tener a mi familia conmigo.

Quiero inmensamente agradecer a mis padres por su apoyo incondicional, por su sacrificio, por impulsarme a cumplir mis metas, y hoy lograr culminar la ejecución de la presente tesis, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario, sin su ayuda continua no sería posible este logro obtenido, gracias familia por amarme y por instruirme con sus sabios consejos el camino del bien.

También agradecer a mi asesor, Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna, por brindarme su apoyo en el desarrollo de la ejecución de mi tesis.

## Índice general

Ficha de identificación.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimientos .....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas .....	11
Índice de figuras.....	12
RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN .....	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	17
2.1. Antecedentes de la investigación.....	17
2.2. Fundamentos teóricos.....	20
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación .....	28
3.1.1. Contexto de la investigación.....	28
3.1.2. Periodo de ejecución.....	29
3.1.3. Autorizaciones y permisos.....	29
3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	29
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales.....	29
3.2. Sistema de variables.....	30
3.3. Procedimientos de la investigación .....	30
3.3.1. Determinar las concentraciones iniciales de aceites y grasas de las aguas residuales.....	30
3.3.2. Evaluar las concentraciones de aceites y grasas de las aguas residuales .....	31
3.3.3. Determinar la eficiencia del carbon activado de cascara de naranja en el tratamiento de aceites y grasas.....	33

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. Determinación de las concentraciones iniciales de aceites y grasas de las aguas residuales del lavadero.....	34
4.2. Evaluación de las concentraciones de aceites y grasas de las aguas residuales del lavadero.....	36
4.3. Eficiencia del carbon activado de cascara de naranja en el tratamiento de aceites y grasas .....	38
CONCLUSIONES .....	45
RECOMENDACIONES .....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
ANEXOS .....	53

## Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación porosa por su tipo y tamaño .....	22
Tabla 2. Valores Máximos Admisibles (VMA).....	25
Tabla 3. Comparación del gasto hidrico de acuerdo al tipo de lavado.....	26
Tabla 4. Etapas durante el lavado .....	26
Tabla 5. Descripción de variables por objetivo específico .....	30
Tabla 6. Tratamientos el proyecto de investigación.....	32
Tabla 7. Concentraciones de aceites y grasa del primer muestreo .....	34
Tabla 8. Concentraciones de aceites y grasa del segundo muestreo.....	34
Tabla 9. Concentraciones de aceites y grasa del tercer muestreo .....	35
Tabla 10. Comparativa de las concentraciones del muestreo con los VMA .....	35
Tabla 11. Valores de la evaluación de las concentraciones de aceites y grasas en los tratamientos .....	36
Tabla 12. Datos de eficiencia para los valores de aceites y grasas.....	38
Tabla 13. Prueba de normalidad de datos.....	38
Tabla 14. ANOVA para los valores de eficiencia de los tratamientos evaluados.....	39
Tabla 15. Resultados de la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para los valores de eficiencia de los tratamientos.....	39

## Índice de figuras

Figura 1. Partes de la naranja .....	21
Figura 2. Evaluación de las aguas residuales del lavadero. (A) Colecta de agua residual en el lavadero. (B) Colocación del reactivo $H_2SO_4$ a la muestra para enviar al laboratorio.....	31
Figura 3. Vistas fotográficas de la aplicación del carbon activado al agua residual. (A) Aplicación del carbon activado al agua residual. (B) Carbon activado listo para aplicar.....	32
Figura 4. Comparación de los parámetros fisicoquímicos evaluados con los VMA. ....	36
Figura 5. Grafica de los valores de aceites y grasas evaluadas en la investigación. A) Valores del primer muestreo. B) Valores del segundo muestreo. C) Valores del tercer muestreo. ....	37
Figura 6. Gráfica de la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para los valores de eficiencia de los tratamientos .....	40

## RESUMEN

Tratamiento de aceites y grasas de las aguas residuales, mediante carbón activado de cáscara de naranja

En la ciudad de Moyobamba, en el departamento de San Martín, Perú, operan varios lavaderos de vehículos automotores. Entre estos, se destaca el Lavadero Diaz, conocido por sus servicios de limpieza automotriz. Sin embargo, durante el proceso de lavado, se generan aguas residuales que, al ser liberadas sin ningún tratamiento previo, contaminan el entorno. La investigación tuvo como objetivo general evaluar el tratamiento de aceites y grasas de las aguas residuales de un lavadero, utilizando carbón activado de cáscara de naranja, en la ciudad de Moyobamba. La ejecución del estudio se realizó en un periodo de 13 meses (Noviembre de 2022 a diciembre de 2023). Se utilizaron métodos experimentales para medir las concentraciones iniciales de aceites y grasas, aplicando carbón activado de cáscara de naranja como tratamiento. El estudio se llevó a cabo mediante el muestreo de aguas residuales del lavadero, su análisis en laboratorio, y la aplicación de tratamientos con carbón activado derivado de cáscara de naranja. El método para evaluar la eficiencia del carbon activado fue la prueba de jarras. Se realizaron tres evaluaciones, y se encontró que las concentraciones iniciales de aceites y grasas fueron 15,10 mg/L, 15,35 mg/L y 7,40 mg/L, respectivamente, todas por debajo del Valor Máximo Admisible (VMA) de 100 mg/L. La aplicación del carbón activado resultó en una reducción significativa de aceites y grasas, alcanzando valores finales menores a 5 mg/L en la mayoría de los casos. Los análisis estadísticos mostraron una eficiencia promedio de remoción superior al 67% para todos los tratamientos aplicados. Análisis estadísticos como ANOVA y la prueba de Tukey indicaron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, sugiriendo que todos los niveles de carbón activado fueron igualmente efectivos. Este estudio confirma que el uso de carbón activado de cáscara de naranja es una solución efectiva y económica para la mejora de la calidad del efluente tratado, demostrando que tanto el epicarpio como el mesocarpio de la cáscara de naranja pueden adsorber contaminantes de manera eficiente.

*Palabras clave:* Aceites y grasas, carbón activado, mesocarpio y cascara de naranja.

## ABSTRACT

### Treatment of Oils and Fats from Wastewater Using Orange Peel Activated Carbon

There are several car washes in the city of Moyobamba, in the department of San Martín, Peru. One of these is Lavadero Diaz, known for its automotive cleaning services. Nevertheless, during the washing process, wastewater is generated and released without any prior treatment, polluting the environment. The general objective of the study was to evaluate the treatment of oil and grease from the wastewater of a car wash using orange peel activated carbon in the city of Moyobamba. The study was carried out over a period of 13 months (November 2022 to December 2023). Experimental methods were used to measure the initial concentrations of oils and fats, applying orange peel activated carbon as treatment. The study was carried out by sampling wastewater from the car wash, analyzing it in the laboratory, and treating it with activated carbon derived from orange peel. The method for evaluating the efficiency of the activated carbon was the jar test. Three evaluations were conducted, and the initial concentrations of oils and fats were found to be 15.10 mg/L, 15.35 mg/L and 7.40 mg/L, respectively, all below the Maximum Allowable Value (MAV) of 100 mg/L. The application of activated carbon resulted in a significant reduction of oils and fats, reaching final values of less than 5 mg/L in most cases. Statistical analyses showed an average removal efficiency of more than 67% for all treatments applied. Statistical analyses such as ANOVA and Tukey's test indicated that there were no significant differences between treatments, suggesting that all levels of activated carbon were equally effective. This study confirms that the use of orange peel activated carbon is an effective and economical solution for the improvement of treated effluent quality, demonstrating that both the epicarp and mesocarp of orange peel can efficiently adsorb pollutants.

*Keywords:* Oils and fats, activated carbon, mesocarp, orange peel.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

En muchas regiones del mundo, los desechos líquidos continúan siendo descargadas en el medio ambiente sin previo tratamiento, lo que contribuye a la contaminación y exagera la degradación ambiental. En Ecuador, incluso en las zonas rurales, se han liberado aguas residuales en el entorno sin someterlas a ningún tipo de tratamiento. Este problema persiste también en las áreas urbanas y es necesario que comencemos a modificar esta situación para garantizar que las generaciones futuras puedan disfrutar de ríos limpios en lugar de convertirse en focos de enfermedades (Hidalgo, 2018).

El proceso de aguas cloacales es un desafío ambiental que requiere soluciones innovadoras y sostenibles. Diversos estudios han destacado la eficacia del carbón activado de cáscaras de naranja para eliminar contaminantes. Hussain et al. (2023) demostraron que este material puede remover hasta un 97,6% de pesticidas, como el clorpirifos. Valladares et al. (2017) subrayan que los adsorbentes de residuos agroindustriales son una alternativa económica y eficaz, mientras que Shukla et al. (2020) confirmaron que el carbón activado de cáscara de naranja, por medio de activación química, elimina hasta un 99% de contaminantes. Periyasamy et al. (2020) resaltan su capacidad para remover metales pesados, consolidando su potencial en el tratamiento de aguas cloacales.

En Perú, se estima que cerca del 70% de las aguas residuales se descargan sin tratamiento previo, lo que representa una amenaza ambiental significativa. Esta práctica desconsidera los posibles impactos negativos en el medio ambiente, el aire y la salud pública, ya que el agua jabonosa utilizada en procesos como el lavado de automóviles arrastra metales y productos químicos que finalmente se depositan en las alcantarillas, contribuyendo a la contaminación. Esto conlleva a la contaminación de las tuberías, el agua potable y el agua subterránea, pudiendo incluso filtrarse en el suelo y llegar a las aguas pluviales, ya que estas aguas se vierten en ríos, lagos y el mar (Hidalgo, 2018).

Los Valores Máximo Admisibles (VMA) en el estudio realizado en el lavaderos de vehículos motorizados Lubrillante y Oleocentro Segura ubicados en el distrito de Moyobamba los resultados arrojan que sobrepasan los VMA de acuerdo a D.S.001-2015., en la que se evidencia la no existencia de buenas prácticas en lavado vehicular y la cual no presentaran un tratamiento de las aguas residuales producto del servicio de lavado (Hidalgo, 2018).

El área de estudio está situada en la ciudad de Moyobamba, en el departamento de San Martín, Perú, donde operan diversos lavaderos de vehículos pequeños. Entre ellos, se encuentra el Lavadero Diaz, reconocido por ofrecer servicios de limpieza automotriz. Sin embargo, durante las actividades de lavado, se generan desechos líquidos que, al ser vertidos sin tratamiento previo, ocasionan contaminación en el entorno. Esta situación ha afectado negativamente la vida silvestre y los ecosistemas acuáticos de la región. Las aguas cloacales producidas durante la limpieza de vehículos presentan concentraciones elevadas de contaminantes, incluyendo aceites, grasas, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), así como otros parámetros como pH, color, turbidez, detergentes y sólidos suspendidos. Estos contaminantes terminan depositándose en el suelo y cuerpos de agua circundantes, representando un riesgo significativo tanto para los trabajadores del lavadero como para el medio ambiente en general. Esta situación resalta la necesidad urgente de implementar métodos de tratamiento eficientes para minimizar el impacto ambiental.

Debido a esta problemática, el estudio se centró en determinar el uso del carbón activado derivado de cáscara de naranja como un método de medicación para las aguas residuales producidas en el Lavadero Diaz. Teniendo como formulación del problema: ¿Es efectiva la aplicación de carbón activado de cáscara de naranja en la sustracción de aceites y grasas en las aguas residuales de un lavadero?. A partir de esta situación, se planteó la hipótesis: "La aplicación de carbón activado de cáscara de naranja es eficiente para la remoción de aceites y grasas en las aguas residuales de un lavadero." Para poner a prueba esta hipótesis, se analizaron las concentraciones iniciales de aceites y grasas, se implementó el tratamiento con carbón activado, y se midió su efectividad en la eliminación de los contaminantes.

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el tratamiento de aceites y grasas en las aguas residuales de un lavadero, utilizando carbón activado de cáscara de naranja, en la ciudad de Moyobamba. Para lograr este objetivo, se establecieron tres objetivos específicos: primero, determinar las concentraciones iniciales de aceites y grasas en las aguas residuales del lavadero; segundo, evaluar las concentraciones de aceites y grasas después de aplicar el tratamiento con carbón activado de cáscara de naranja; y tercero, determinar la eficiencia del carbón activado en la sustracción de aceites y grasas en las aguas cloacales tratadas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### A nivel Internacional

Galaviz et al. (2024) estudiaron la remoción de aceites automotrices residuales en México, donde estos residuos constituyen el segundo tipo más peligroso, con un 19,9% del total. En su investigación, utilizaron detergente líquido Foca en concentraciones de 1 mL, 3 mL y 5 mL, y a velocidades de agitación de 1500, 1700 y 2000 RPM. El objetivo fue evaluar la eficiencia de remoción de aceites de suelos contaminados. Encontraron que la mayor eficiencia se obtuvo con 5 ml de surfactante a 1500 rpm, alcanzando un 94,2% de remoción. El estudio destaca la necesidad de aplicar la legislación ambiental para el manejo seguro de aceites y grasas en aguas cloacales de lavaderos.

Hussain et al. (2023) evaluaron la eficacia del carbón activado de desechos agrícolas, como cáscaras de plátano, naranja, granada y huesos de dátil, para adsorber el pesticida clorpirifos en soluciones acuosas. Este pesticida está relacionado con problemas de salud como disfunciones neurológicas. El estudio mostró que el carbón activado tenía superficies irregulares y grupos funcionales como ácido carboxílico. La eliminación del clorpirifos alcanzó un 97,6% en cáscaras de granada, 90,6% en plátano, 71,48% en huesos de dátil y 52,00% en cáscaras de naranja, concluyendo que es una opción efectiva para adsorber pesticidas.

Vásquez (2023) investigó la bioadsorción de cobre (II) utilizando carbón activado derivado de cáscara de naranja agria (*Citrus aurantium*). El carbón activado se preparó mediante secado, trituración, activación química con ácido fosfórico al 30% y carbonización a 450°C. Se evaluaron diferentes concentraciones de  $\text{CuSO}_4$  y pH, encontrándose que el pH óptimo para la bioadsorción era entre 4 y 5. El modelo de isoterma de Langmuir describió mejor la capacidad de bioadsorción, mostrando alta eficiencia en la eliminación de cobre.

Ramutshatsha et al. (2022) evaluaron adsorbentes derivados de cáscaras de naranja y limón, activados con ácido fosfórico, para eliminar los colorantes naranja de metilo (MO) y azul de metileno (MB) de aguas residuales. Caracterizados por microscopía electrónica, los adsorbentes mostraron alta permeabilidad. Las condiciones óptimas de adsorción se adecuaron al prototipo de isoterma de Langmuir, con capacidades de

adsorción de 33 mg/g para MO y 38 mg/g para MB, logrando eliminar el 96% de MO y el 98% de MB en pruebas reales, demostrando su eficacia y viabilidad económica.

Avalos (2018) realizó una investigación sobre el uso de biofiltros de cáscara de naranja para la disminución de la contaminación en desechos líquidos industriales. En esta investigación, se emplearon filtros de cáscara de naranja en un entorno controlado durante un período de tres semanas. Los análisis de muestras, realizados antes y después del filtrado, mostraron una reducción eficiente de la contaminación. Sin embargo, a pesar de la efectividad demostrada, la cáscara de naranja como material orgánico presentó una vida útil relativamente corta. Además, los niveles de contaminación post-tratamiento no cumplieron con los valores permisibles establecidos por la norma TULSMA para el vertido en el alcantarillado público.

### **A nivel Nacional**

Ávalos (2023) examinó la eficacia del sulfato de aluminio y un coagulante orgánico derivado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) en el proceso de aguas cloacales. El estudio incluyó tres series experimentales con cinco concentraciones distintas de cada coagulante (0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0% y 2,5%). Los resultados evidencian que el sulfato de aluminio fue más eficiente, alcanzando un 93,9% de remoción de turbidez con una concentración del 0,5%, y un 87,7% en la eliminación de DQO con una dosis del 1%. Por otro lado, el coagulante de cáscara de naranja, a una concentración del 2,5%, logró un 60,4% de remoción de turbidez y un 59,1% de eliminación de DQO. Aunque fue eficaz en la remoción de materia orgánica, su rendimiento fue inferior al del sulfato de aluminio

García (2023) analizó la efectividad de coagulantes naturales elaborados a partir de cáscara de naranja y maracuyá para el tratamiento de aguas cloacales. Mediante el uso de AutoCAD, se diseñó un sistema de tratamiento, y se evaluaron varios parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los resultados mostraron variaciones significativas en sólidos totales (ST), demanda química de oxígeno (DQO), carbono total (CT) y pH. En particular, el pH más bajo fue 5,21 para la cáscara de naranja y el más alto, 8,54, para maracuyá. Los coagulantes lograron eficiencias de 88,26% y 87,39% en la remoción de ST, y de 40,58% y 39,02% en la reducción de aceites y grasas, respectivamente. La eficacia de los coagulantes varió según el parámetro y su aplicación específica.

Curo (2023) llevó a cabo una investigación sobre como tratar las aguas cloacales del camal "Modernito" en Juliaca, evaluando la efectividad del carbón activado de cáscara de naranja en la disminución de diversos parámetros químicos. Se elaboraron carbones activados en formato de polvo y granular, aplicándolos en diferentes dosis a 500 ml de

agua residual. Los análisis iniciales del agua revelaron que varios parámetros superaban los límites establecidos. El tratamiento con 15 g de carbón activado de cáscara de naranja (CAP) fue el más efectivo, logrando una disminución significativa en pH, turbidez, DBO, DQO, aceites y grasas. Estos resultados destacan al carbón activado de cáscara de naranja como una opción viable para mejorar la calidad del agua residual, resaltando su potencial como material purificador.

Ruiz (2018) preparó carbón activado a partir de cáscaras de naranja utilizando ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) como agente activador. El estudio analizó propiedades del material precursor como densidad aparente, humedad, contenido de volátiles, cenizas y carbono fijo. Se examinó el impacto de la razón de infiltración en el rendimiento del carbón activado, obteniendo un rendimiento promedio del 32%. La caracterización se enfocó en la capacidad de adsorción de plomo en solución, considerando la razón de infiltración, la concentración inicial de plomo y el pH, logrando una remoción del 98,85% del plomo bajo condiciones de laboratorio.

### **A nivel local**

Maldonado (2023) investigó la efectividad del carbón activado adquirido del endocarpio de coco en la adsorción de contaminantes concurrentes en los lixiviados del Botadero Municipal de Yacucatina. En Perú, solo el 14% de las aguas residuales recibe un tratamiento adecuado. El estudio mostró que la aplicación de 5 g de carbón activado de coco, a una temperatura de 50°C y 60 rpm, alcanzó una eficiencia del 85,26% en la reducción de la demanda biológica de oxígeno a 5 días (DBO5) y del 89,57% en la eliminación de nitratos. Estos resultados cumplen con los límites constituidos por las normativas nacionales e internacionales.

Altamirano y García (2020) evaluaron el uso de carbón activado de *Coffea arabica* para mejorar la condición del agua residual del lavado de vehículos en Tarapoto. A través de un diseño cuasi-experimental con una muestra de 56 litros, realizaron observaciones y análisis documentales. El tratamiento más efectivo consistió en aplicar 6 gramos de carbón activado a 300 RPM. Los resultados mostraron eficiencias del 96,12% en la reducción de DBO, 83,79% en DQO, 93,09% en SST y 95,30% en aceites y grasas, confirmando que al usar carbón activado mejora significativamente su índole fisicoquímica del agua residual.

## 2.2. Fundamentos teóricos

### 2.2.1. Naranja

La naranja, un fruto pertinente a la familia de las Rutáceas, abarca más de 1,600 variedades. De todos los tipos de cítricos, la naranja dulce es la más ampliamente cultivada y se erige como la especie más relevante dentro del género *Citrus* (Pérez, 2020).

Las naranjas de Valencia son consideradas las reinas de las naranjas, ya que cerca del 60% de los huertos de naranjas del mundo cuentan con esta variedad. El procesamiento agrícola de naranjas se centra en la producción de jugo.

#### Taxonomía

Reino: Plantae

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Rutaceae

Subfamilia: Citroideae

Tribu: Citreae

Género: *Citrus*

Especies:

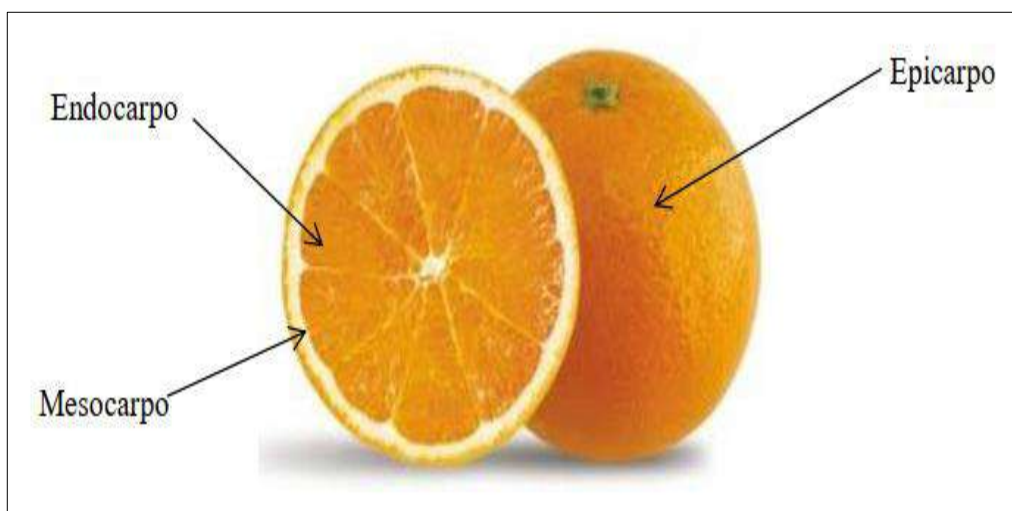
*Citrus sinensis* "Naranja dulce"

*Citrus aurantium* "Naranja amargo"

Fuente. Pérez (2020).

**Cáscara/Corteza.** - Denominada flavedo, esta se divide en epicarpio y mesocarpio, teniendo en cuenta que el epicarpio es una capa exterior de la fruta. El color de la fruta que es el amarillo en la cáscara, así como pulpa, jumo es propicio de los carotenoides, cuya concentración está en lo que se denomina flavedo la cual durante la maduración aumenta. El Albedo denominado igualmente como mesocarpio, tiene una estructura suave con un color blanco.

**Endocarpio.** - Contiene una consistencia membranosa constituyente la masa carnosa. Esta está subdividida en partes más pequeñas conocidas como mericarpios.



**Figura 1**

*Partes de la naranja. Fuente. Infoagro (2017).*

### **Residuos provenientes de la naranja**

El aumento en el desarrollo de sectores agrícolas, como la producción de cítricos, ha ocasionado la generación significativa de desechos provenientes de esta actividad. Las cifras de producción apuntan hacia la futura gestión de los residuos derivados de la industria de los cítricos, considerando que durante el proceso de la extracción entre el 45 y 60 % son los residuos que se obtiene, que se distribuye de la siguiente manera: hollejo (entre el 3º y 35%), semillas (más del 10%) y cáscaras (50 a 55%) (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2019).

#### **2.1.2. Propiedades fisicoquímicas del epicarpio de la naranja**

El epicarpio de naranja muestra una idoneidad de intercambio iónico de 8,04 meq por cada 100 gramos de muestra, y su poder calorífico es de 15,910 kJ/kg. Este material está compuesto por 44,43% de carbono (C), 6,10% de hidrógeno (H), 0,89% de nitrógeno (N) y 4,90% de cenizas.

#### **2.1.3. Carbón activado**

El carbón activado es un material sólido de origen sintético, caracterizado por su estructura porosa, la cual le otorga una gran extensión peculiar y una notable suficiencia de adsorción (Ruiz, 2018).

Las características del carbón activado se determinan principalmente por su capacidad de adsorción y su estructura porosa. Los poros en el carbón activado poseen fuertes fuerzas de Van der Waals debido a la proximidad de los átomos de carbono, lo que facilita la adsorción de sustancias. Al ser sometido a temperaturas extremas, el carbón activado libera sus compuestos volátiles, aumentando su superficie interna y específica.

Esta estructura porosa es una propiedad física clave que clasifica al carbón activado. Según la taxonomía de la IUPAC, los poros se dividen en tres grupos según su volumen, como se muestra en la Tabla 1 (Marsh H, 2006).

**Tabla 1**  
*Clasificación porosa por su tipo y tamaño*

Tipo de poro	Tamaño (nm)
Microporos	<2
Mesoporos	< 50 - > 2
Macroporos	> 0

*Nota.* Se muestra los tamaños en función al tipo de poro (2006)

La efectividad del carbón activado está determinada por varios factores, como la accesibilidad de su zona y la configuración de sus poros. Para su producción, es vital escoger materiales orgánicos que cuenten con un alto contenido de carbono, una estructura porosa eficiente y un bajo nivel de cenizas. Materiales como maderas duras, cáscaras de coco y huesos de frutas son ejemplos idóneos debido a sus propiedades ventajosas. La microestructura del carbón activado está influenciada en gran medida por la cantidad de lignina y celulosa en el material original. Para lograr un alto rendimiento en la producción de carbón activado que contenga niveles significativos de neutrófilos y macrosporas, es preferible seleccionar precursores con un elevado contenido de lignina. Los materiales lignocelulósicos generalmente contienen alrededor del 48% de carbono, 6% de hidrógeno y 45% de oxígeno, con un bajo contenido de cenizas (Vila, 2021).

La característica estructural y las propiedades químicas del carbón activado indican sus propiedades. Los diferentes tipos de carbón activo están en diferentes masas funcionales, la constitución y cuantía afectan sus propiedades químicas, provocando cambios significativos en sus capacidades de adsorción del mismo. Si el carbón activado actúa como una base o un ácido, está relacionado con su cantidad y distribución de grupos superficiales. La combinación de su estructura y cómo estos grupos se comportan puede influir en su interacción, y esto también puede ser influenciado por el pH de la solución durante el transcurso de absorbencia (Menéndez, 2008).

#### **2.1.4. Métodos de activación**

Las características texturales y químicas del carbón activado están determinadas por el material precursor empleado y su modo de activación aplicado. La estructura porosa del carbón activado se desarrolla mediante procesos de activación física o química, que afectan sus propiedades fisicoquímicas y la química de su superficie. A continuación, se muestran los diagramas que ilustran los métodos de activación física y química (Moreno et al., 2021).

### a. Activación física

La estimulación de carbón vegetal resulta con procesos de la La gasificación controlada se lleva a cabo empleando un agente oxidante suave, como vapor de agua o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a temperaturas que suelen estar en el rango de 800 a 1 100 °C (Dias, 2007).

### b. Activación Química:

Cuando se activa mediante un proceso químico del hidróxido de potasio se produce el llamado "Carbón Superior" que tiene una superficie específica de aproximadamente 3 000 m<sup>2</sup>/g. Hay muchos compuestos a utilizar como activadores, los precursores activados del hidróxido de potasio preferidos con baja volatilidad y mayor almacén de carbono, tales como carbón mineral fino, coque, coque de petróleo y similares, se carboniza con temperatura más baja de (450 - 900°C) (Roopa, 2016).

Ventajas de la activación física y química:

- La productividad del carbón activo como resultado es más grande una vez que se aplica la estimulación física.
- Desarrolla muy bien la microporosidad, pudiendo mantener el control y conservar estrecha si se quiere.
- Se origina una fundamental baja en su contenido mineral de la muestra.
- Se obtiene carbón activo con un área superficial específica muy alta.
- Su rendimiento por lo general es de un 50 %.

Desventajas de las activaciones químicas y físicas: (Menéndez, 2008)

- Es necesario una fase de purificación.
- Procesos corrosivos.

#### 2.1.5. Características químicas del carbón activo

Las buenas prácticas del carbón activo para tratar el agua se determinan mediante una variedad de parámetros, tal como se detallan a continuación, con sus rangos y valores típicos de los parámetros.

**a. Densidad aparente**, este es el peso del carbón secado al aire, en g/cm<sup>3</sup>. La variable Es esencial para calcular el flujo laminar necesario para alojar una cantidad específica de carbón activado en gránulos.

**b.** La estimación lleva en medida su caudal de  $H_2O$  requerido para obtener el retro lavado de carbón.

**c. Contenido de humedad**, mostró que, a mayor humedad, menor porcentaje efectivo de carbón activado, y su humedad afectó la idoneidad de adsorción (Hassler, 1988).

**d. Contenido de material volátil**, la capacidad de materia volátil se define como la pérdida de peso del producto debido a la liberación de gases, que incluye la evaporación de la humedad presente en la muestra de carbón activado (ASTM, 2002).

**e. Contenido de ceniza**, La cifra de ceniza en el carbón activado puede influir en su disposición de adsorción. En el tratamiento de agua, un mayor porcentaje de ceniza generalmente implica una menor efectividad del carbón activado, ya que la presencia de ceniza reduce la cantidad efectiva del material activo disponible para la adsorción.

**f. Contenido de carbono fijo**, el carbono enlazado su valor calculado es obtenido al restar el porcentaje total del porcentaje de volátiles y cenizas. La composición de carbono sólido consiste en carbono con algo de S, H, N y O (ASTM D-1762). Demostrar que el carbono se ve influenciado en la proporción de lignina en las materias primas responsable de la formación de carbono con alquitrán, gases desagradables, etc. En la situación del carbón se activa con  $H_3PO_4$ , resultante de la sucesión de construcción, cuando se disuelve en agua se vuelve en ácido, disminuyendo el pH (Hassler, 1988).

#### **2.1.6. Agua residual**

El término agua residual hace referencia al agua que ha sido utilizada en diversos procesos. Entender sus características es fundamental para la correcta organización, operación y gestión de sistemas de tratamiento de aguas cloacales, abarcando su recolección y procesamiento. Generalmente, los desechos líquidos se clasifican en domésticas e industriales (las cuales pueden ser cuantificadas o no cuantificadas) y comerciales (Arango-Arteaga et al., 2021).

#### **2.1.7. Sistema de lavado**

El proceso de lavado de vehículos implica la remoción de impurezas, como suciedad, polvo, aceites y otros residuos acumulados en la superficie del automóvil. Este procedimiento no solo tiene como objetivo mejorar la estética del vehículo, sino también preservar su integridad al evitar el desgaste prematuro causado por la acumulación de contaminantes. Además, la limpieza adecuada ayuda a mantener las condiciones óptimas de la pintura y los componentes exteriores, prolongando la vida útil del automóvil y mejorando su valor estético y funcional (Galaviz et al., 2024).

### 2.1.8. Aceites y grasas

La expresión "aceites y grasas" hace referencia a una variedad de sustancias que pueden ser disueltas mediante el uso de un solvente. Este término no se limita únicamente a aceites y grasas en sentido estricto, sino que también incluye otros componentes presentes en la muestra acidificada, los cuales son extraídos por el solvente. Entre estos componentes se encuentran compuestos que contienen azufre, algunos tintes orgánicos y la clorofila, los cuales comparten la característica de no evaporarse durante el proceso de extracción. Este concepto abarca una gama de sustancias que pueden afectar las propiedades fisicoquímicas del agua o de otros medios, influyendo en su calidad y composición (Valenzuela, 2022).

### 2.1.9. Valores Máximos Admisibles (VMA)

Los Valores Máximos Permitidos (VMP) son regulaciones a nivel nacional que deben ser observadas obligatoriamente en su totalidad de los usuarios que descargan aguas cloacales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario. La responsabilidad de asegurar el cumplimiento de estas normativas recae en las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) o en otras organizaciones con funciones similares.

El Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA establece que los Valores Máximos Admisibles (VMA) determinan los límites permitidos para la condensación de diversos elementos, sustancias y parámetros físicos o químicos en los efluentes no domésticos vertidos en el sistema de alcantarillado sanitario. Exceder estos límites puede causar daños tanto inmediatos como progresivos a las instalaciones, la infraestructura sanitaria y los equipos utilizados en los sistemas de alcantarillado y tratamiento de desechos líquidos, lo que afecta de manera adversa la eficiencia de las fases de curación.

**Tabla 2**

*Valores Máximos Admisibles (VMA)*

Parámetro	Unidad	VMA para descargas al sistema de Alcantarillado
Aceites y grasas	mg/L	100

*Nota.* Valores máximos admisibles de aceites y grasas (2009)

### 2.1.10. Lavadero automovilístico.

Un lavadero es un negocio dedicado a la limpieza de vehículos motorizados. Dicho negocio cuenta con equipamiento especializado, ejemplo de ello esta manguera de presión elevada, cepillos, productos de limpieza y aspiradoras, todo ello garantiza al usuario un excelente resultado. Estos negocios ofrecen distintos tipos de servicios ya sea un lavado básico hasta uno completo (LosTequesAllTerrain, 2020).

### 2.1.11. Gasto hidrico en lavadero automovilistico

El promedio de agua utilizada en el lavado de vehículos depende del método empleado, ya sea manual o mecánico, como se muestra en la tabla a continuación. Además, la cantidad de agua requerida está directamente relacionada con el tamaño del vehículo a limpiar; por ejemplo, un coche pequeño consumirá menos agua en comparación con un vehículo más grande o un camión, que necesita un volumen mayor para su limpieza (Desarrollo, 2014).

**Tabla 3**

*Comparación del gasto hidrico de acuerdo con el tipo de lavado*

Tipología de lavado	Gasto hidrico
Lavado manual con manguera	Mayor a 500L (manteniendo abierto el canal del agua).
Lavado manual mediante el uso de esponja y cubo, o bien, con una manguera equipada con una boquilla que tiene la capacidad de cerrarse.	Menor a 50 L (especialmente en el aclarado).
Lavado en un túnel de lavado con maquinaria de rodillo, sin reutilización del agua.	De 200 L a 300 L
Limpieza en un túnel de lavado con equipos de rodillo y reciclaje de agua	De 75 L a 100 L
Lavado con lanzas a alta presión	De 40 L a 50 L

Fuente. (Desarrollo, 2014)

### 2.1.12. Insumos utilizados durante el lavado

Se basa en distintas etapas que varían de acuerdo con lo requerido por el cliente, así mismo se basa en la condición en la que se encuentra el vehículo, detallándose en la tabla presentada a continuación:

**Tabla 4**

*Etapas durante el lavado*

Etapas	Entrada	Salida	Periodicidad
Lavado de motor	Agua, aceite, detergente, gasolina	Agua residual con tensioactivo, suspendido hidrocaburo	Ocasional
Lavado de chasis y carrocería	Agua, champu, detergente, desengrasante	Agua residual con tensioactivo, suspendido y sedimentos	Habitual
Lavado de tapicería	Agua, detergente	Agua residual con tensioactivo y suspendido	Habitual
Encerado, pulido o petrolizado	Cera, silicona, toalla	Toalla sucia	Ocasional

Fuente. Adaptado de Tafur (2017)

### **2.1.12. Características del agua residual de los lavaderos vehiculares**

Cohecha et al. (2021) describen que las aguas residuales de un lavadero de vehículos presentan varias características distintas. En términos físicos, se evalúan parámetros que reflejan la calidad del agua residual, el tipo de proceso realizado y los posibles desafíos en su tratamiento. La temperatura del agua suele estar en rangos ambientales según la ubicación del lavadero. El color, que puede variar entre café claro, gris claro y gris oscuro, está influenciado por materiales coloidales y sólidos suspendidos. El olor, por su parte, está relacionado con los productos empleados durante el lavado de automóviles. Además, la presencia de sólidos como lodo, barro y arena es frecuente debido al arrastre de las llantas.

En relación con las propiedades químicas, estos parámetros están estrechamente vinculados con la capacidad disolvente del agua y se miden mediante herramientas de medición o reactivos especializados. Los aceites y grasas, compuestos orgánicos predominantemente formados por hidrocarburos del petróleo, presentan una baja solubilidad en agua y pueden formar películas superficiales, natas, espumas y capas iridiscentes en las aguas residuales. Además, el pH es un aspecto crítico, ya que una concentración desequilibrada de iones hidrógeno puede dificultar el proceso de tratamiento biológico del agua.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ámbito y condiciones de la investigación**

##### **3.1.1. Contexto de la investigación**

Este estudio se realizó a cabo en el Lavadero Díaz, situado en la Avenida Ignacia Velásquez S/N, en la ciudad de Moyobamba, la capital del departamento de San Martín, Perú (ver Anexo 1). Moyobamba, apodada la "Ciudad de las Orquídeas", es una ciudad en expansión que se distingue por su clima cálido y una creciente actividad económica vinculada al turismo y al comercio local.

El Lavadero Diaz es uno de los múltiples establecimientos dedicados al lavado de vehículos en la ciudad. Este lavadero atiende una clientela diversa, que incluye desde automóviles particulares hasta vehículos comerciales. Su ubicación estratégica y la calidad del servicio han contribuido a su popularidad en la región. Sin embargo, como muchos otros lavaderos en la ciudad, el Lavadero Zelada enfrenta desafíos relacionados con la gestión de sus aguas residuales.

##### **a. Ubicación geográfica**

Latitud sur : 6° 2'29.16"S  
Latitud oeste : 76°58'43.28"O  
Altitud : 868 m.s.n.m

##### **b. Ubicación política**

Distrito : Moyobamba  
Provincia : Moyobamba  
Región : San Martín  
País : Perú

##### **c. Contexto histórico**

El parque automotor en Moyobamba ha examinado un incremento significativo en las últimas décadas, lo que ha llevado a un notable aumento en el número de lavaderos de vehículos. No obstante, muchos de estos establecimientos operan de manera informal y carecen de sistemas adecuados para el proceso de desechos líquidos. La creciente demanda de servicios de limpieza y mantenimiento de automóviles ha impulsado la proliferación de estos negocios en la ciudad. La falta de regulación y supervisión ha permitido que numerosos lavaderos funcionen sin cumplir con las normativas

ambientales, contribuyendo así a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

La problemática se agrava con el uso intensivo de materiales sintéticos y productos químicos en el proceso de lavado de vehículos. Estos productos, que incluyen jabones, siliconas, ceras y otros compuestos sintéticos, contienen aceites y grasas que, al ser descargados sin tratamiento, contaminan los cuerpos de agua y afectan la condición de las fuentes de agua disponible para la comunidad.

### **3.1.2. Periodo de ejecución**

La investigación se dio a cabo en el transcurso de un periodo de 13 meses, tal como se establece en la Resolución N° 373-2022-UNSM/CFT/FE y la Resolución N° 304-2023-UNSM/CF/FE. El trabajo se desarrolló entre el 02 de noviembre de 2022 y el 02 de diciembre de 2023.

### **3.1.3. Autorizaciones y permisos**

Dado la naturaleza y los objetivos de la investigación, se obtuvo una autorización formal del propietario del "Lavadero Diaz". Esta autorización se encuentra documentada en el Anexo 8 del presente informe de tesis. Además, se realizó los procedimientos administrativos para la autorización del uso del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la UNSM Filial Moyobamba (Anexo 9).

### **3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad**

Durante la toma de muestras de las aguas residuales del lavadero, la elaboración del carbón activado, y la aplicación de la prueba de jarras, se cumplieron estrictamente los protocolos de bioseguridad. Todos estos procedimientos se desarrollaron en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la UNSM Filial Moyobamba, asegurando la integridad y precisión de los datos obtenidos.

### **3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales**

El investigador afirma que su contribución en el estudio cumplirá con los principios éticos establecidos en la Resolución N° 1312-2021-UNSM/CU-R, del 29 de diciembre de 2021, y en el manual proporcionado por la Resolución N° 291-2022-UNSM/CU-R, del 06 de abril de 2022. Se compromete a realizar la investigación con integridad, respetando tanto a las personas como al entorno ecológico, y manteniendo un enfoque en la preservación del ecosistema, así como en el bienestar y la justicia a lo largo del proceso.

### 3.2. Sistema de variables

La investigación cuenta con las siguientes variables:

Variable independiente: “Carbón activado de cáscara de naranja.”

Variable dependiente : “Aceites y grasas de las aguas residuales del lavadero.”

En la Tabla 5, se describen las variables abstractas y concretas por objetivo específico.

**Tabla 5**

*Descripción de variables por objetivo específico*

<b>Objetivo específico № 1:</b> Determinar las concentraciones iniciales de aceites y grasas de los desechos líquidos de un lavadero en la ciudad de Moyobamba			
<b>Variable abstracta</b>	<b>Variable concreta</b>	<b>Medio de registro</b>	<b>Unidad de medida</b>
Concentraciones iniciales	Aceites y grasas iniciales	Análisis de laboratorio de aguas residuales Ficha de toma de datos	mg/L
<b>Objetivo específico № 2:</b> Evaluar las concentraciones de aceites y grasas de las aguas residuales de un lavadero luego de la aplicación del carbon activado de cascara de naranja			
<b>Variable abstracta</b>	<b>Variable concreta</b>	<b>Medio de registro</b>	<b>Unidad de medida</b>
Concentraciones post-tratamiento	Aceites y grasas post-tratamiento	Análisis de laboratorio de aguas residuales	mg/L
<b>Objetivo específico № 3:</b> Determinar la eficacia del carbon activado de cascara de naranja en el tratamiento de aceites y grasas en aguas residuales			
<b>Variable abstracta</b>	<b>Variable concreta</b>	<b>Medio de registro</b>	<b>Unidad de medida</b>
Eficiencia del tratamiento	Reducción de aceites y grasas	Cálculo de eficiencia basado en análisis	%

### 3.3 Procedimientos de la investigación

#### 3.3.1. Determinar las concentraciones iniciales de aceites y grasas de las aguas residuales

Para realizar la colecta de las muestras de agua residual del lavadero, se siguió un protocolo riguroso para garantizar la precisión y la seguridad del proceso. Se inició la actividad equipándose con la indumentaria adecuada. Se identificó el punto específico de extracción del agua residual y se procedió a recolectar 1 litro de muestra en un envase de vidrio previamente esterilizado (Figura 2A). Se añadieron aproximadamente 20 gotas de reactivo  $H_2SO_4$  a la muestra para preservarla, tras lo cual se selló herméticamente el envase (Figura 2B). Este procedimiento se repitió en tres fechas diferentes para asegurar la representatividad de las muestras (M-1, M-2 y M.3). Los guantes y los materiales de desecho utilizados durante la recolección fueron desechados en una bolsa plástica, siguiendo protocolos de disposición adecuada para residuos peligrosos.

Las muestras recolectadas fueron enviadas a la ciudad de Lima, específicamente al laboratorio ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., para el análisis de los parámetros de aceites y grasas. El laboratorio se encargó de medir las concentraciones iniciales de estos contaminantes en las muestras de agua residual, proporcionando resultados precisos y confiables que servirían como base para la evaluación posterior de los tratamientos.



**Figura 2**

*Evaluación de las aguas residuales del lavadero. (A) Colecta de agua residual en el lavadero. (B) Colocación del reactivo  $H_2SO_4$  a la muestra para enviar al laboratorio.*

### **3.3.2. Evaluar las concentraciones de aceites y grasas de las aguas residuales**

Se llevaron a cabo tres tratamientos con diferentes cantidades de carbón activado de cáscara de naranja (epicarpio) para analizar su eficacia en el procedimiento de aguas cloacales. Los detalles de las cantidades utilizadas en cada tratamiento se encuentran en la Tabla 6. Cada tratamiento se aplicó a muestras de 1 L de agua residual, obtenidas en dos muestreos distintos que sirvieron como repeticiones (M-1 y M-2). El carbón activado se mezcló con las muestras y se dejó en contacto durante un tiempo específico para permitir la adsorción de aceites y grasas, como se muestra en la Figura 3. El proceso se ejecutó utilizando el método de pruebas de jarras en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la UNSM – Filial Moyobamba. El

Anexo 11 del informe de tesis detalla el protocolo completo para la preparación del carbón activado.

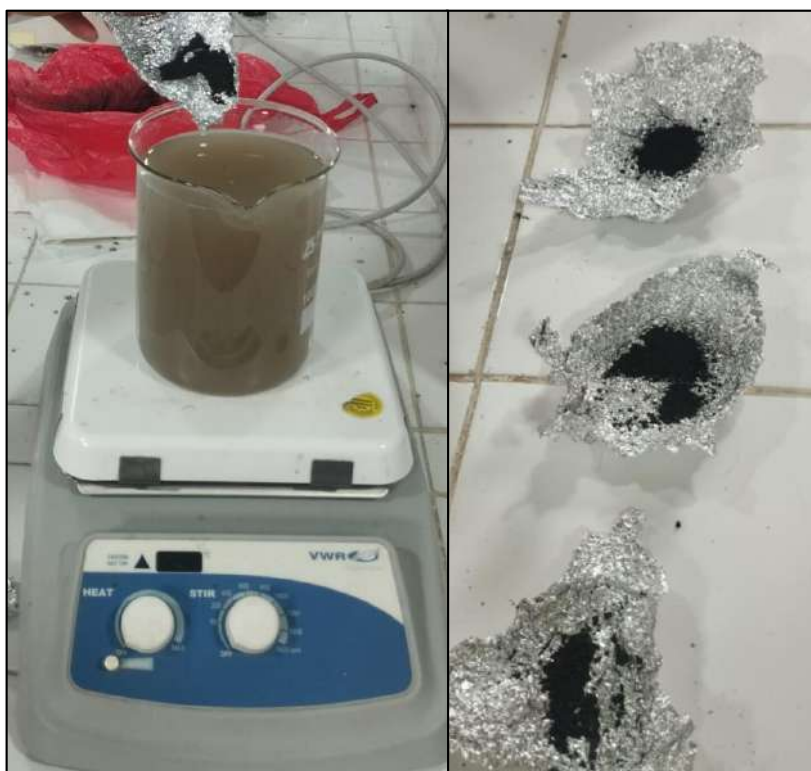
**Tabla 6**

*Tratamientos el proyecto de investigación*

Tratamiento	Dosis
Tratamiento 1 [T <sub>1</sub> ]	0,5 g de carbon activado de cascara de naranja (Epicarpio)
Tratamiento 2 [T <sub>2</sub> ]	1,0 g de carbon activado de cascara de naranja (Epicarpio)
Tratamiento 3 [T <sub>3</sub> ]	1,5 g de carbon activado de cascara de naranja (Epicarpio)

Tras la realización de las pruebas de jarras, las muestras tratadas fueron remitidas al laboratorio ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. para determinar las concentraciones de aceites y grasas residuales. Posteriormente, estos resultados se compararon con las concentraciones iniciales para evaluar la efectividad de la reducción obtenida en cada tratamiento.

Además, en el tercer muestreo (M-3), se utilizó el mesocarpio de la naranja como material adsorbente en dos tratamientos (T<sub>1</sub>: 0,5 g y T<sub>2</sub>: 1,0 g), evaluando su eficiencia comparativa con el epicarpio.



**Figura 3**

*Vistas fotográficas de la aplicación del carbon activado al agua residual. (A) Aplicación del carbon activado al agua residual. (B) Carbon activado listo para aplicar.*

### 3.3.3. Determinar la eficiencia del carbon activado de cascara de naranja en el tratamiento de aceites y grasas

La efectividad del tratamiento con carbón activado de cáscara de naranja se evaluó mediante la comparación de las concentraciones de aceites y grasas en las muestras de agua residual antes y después de aplicar el tratamiento. La reducción de contaminantes se calculó y se expresó como un porcentaje, mostrando la eficacia de cada tratamiento ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) en ambas repeticiones (M-1 y M-2).

Para confirmar la validez de los resultados, se realizó una prueba de normalidad con el software InfoStat v.2020, que verificó que los datos se ajustaban a una distribución paramétrica ( $p > 0,05$ ). Posteriormente, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para detectar diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Finalmente, se empleó la prueba de Tukey para identificar las medias que no mostraban diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), permitiendo una evaluación precisa de la eficacia relativa de cada tratamiento.

Se presenta el modelo matemático para el análisis de varianza para el diseño experimental:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- i = Tratamientos
- j = Repetición
- Y = Eficiencia del carbon activado
- u = Aceites y grasas
- $t_i$  = Efecto de los tratamientos en el agua residual
- $e_i$  = error experimental asociado a la unidad experimental

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Determinación de las concentraciones iniciales de aceites y grasas de las aguas residuales del lavadero

La Tabla 7 muestra el primer muestreo (M-1), donde se revela una concentración de aceites y grasas de 15,10 mg/L en las aguas residuales del lavadero. Este valor representa un 15,1% del Valor Máximo Admisible (VMA) de 100 mg/L (D.S°010-2019-VIVIENDA, 2019). Este resultado indica una concentración relativamente baja en comparación con el límite regulatorio.

**Tabla 7**

*Concentraciones de aceites y grasa del primer muestreo*

Parámetro	Unidad	Valor
Aceites y grasa	mg/L	15,10

#### **Interpretación:**

El hecho de que la solidificación de aceites y grasas esté significativamente por debajo del VMA en el primer muestreo sugiere que el lavadero, en las condiciones operativas específicas durante este período de muestreo, está funcionando de manera eficiente en términos de control de contaminantes. Este resultado podría estar influenciado por varios factores, como el tipo de detergentes y productos químicos utilizados, la frecuencia de los lavados y las prácticas de manejo de residuos.

Por otro lado, la Tabla 8 nos muestra el segundo muestreo (M-2), donde la concentración de aceites y grasas fue de 15,35 mg/L, lo que representa un 15,35% del VMA. Este valor es ligeramente superior al del primer muestreo, aunque la diferencia es mínima.

**Tabla 8**

*Concentraciones de aceites y grasa del segundo muestreo*

Parámetro	Unidad	Valor
Aceites y grasa	mg/L	15,35

#### **Interpretación:**

La ligera variación en la concentración entre el primer y el segundo muestreo podría estar asociada a fluctuaciones normales en las operaciones del lavadero. Factores como el tipo y cantidad de vehículos lavados, la concentración de detergentes y aditivos, y las prácticas de limpieza pueden influir en estos resultados.

Finalmente, la Tabla 9 nos muestra el tercer muestreo (M-3) donde se obtuvo una concentración significativamente menor de aceites y grasas, con un valor de 7,40 mg/L, que corresponde a un 7,4% del VMA. Este valor es aproximadamente la mitad de los valores registrados en los dos primeros muestreos (Ver Tabla 6 y 7).

**Tabla 9**

*Concentraciones de aceites y grasa del tercer muestreo*

Parámetro	Unidad	Valor
Aceites y grasa	mg/L	7,40

#### **Interpretación:**

La significativa disminución en la acumulación de aceites y grasas observada en el tercer muestreo puede ser atribuida a varias posibles razones, que deben ser exploradas en detalle para entender su origen y asegurar su sostenibilidad. Esta interpretación se beneficiará de una discusión comparativa con los valores obtenidos en los primeros dos muestreos.

La Tabla 10 muestra una comparación directa de las concentraciones de aceites y grasas obtenidas en los tres muestreos con el VMA de 100 mg/L. Los resultados indican que todas las concentraciones están significativamente por debajo del VMA, con valores específicos de 15,10 mg/L para M-1, 15,35 mg/L para M-2 y 7,40 mg/L para M-3.

**Tabla 10**

*Comparativa de las concentraciones del muestreo con los VMA*

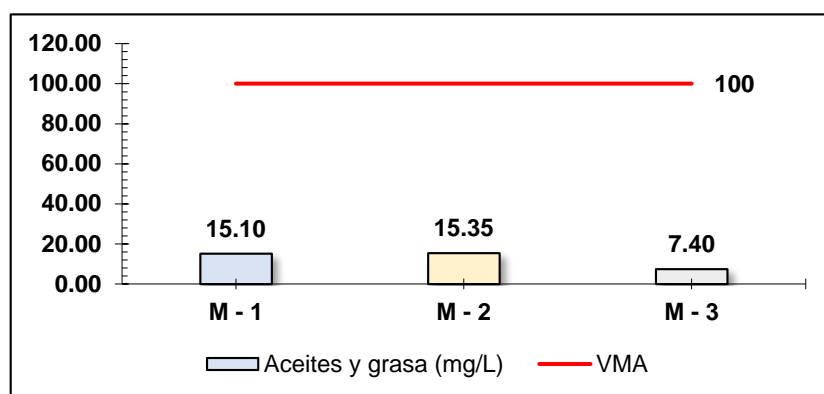
Muestreo	Parámetro	Unidad	Valor	VMA
M - 1	Aceites y grasa	mg/L	15,10	100 mg/L
M - 2	Aceites y grasa	mg/L	15,35	100 mg/L
M - 3	Aceites y grasa	mg/L	7,40	100 mg/L

**Fuente.** Elaboración propia a partir del INFORME DE ENSAYO N° IE-22-24076, N° IE-24-679 y N° IE-23-5052 (Ver Anexo 2.1 y 3.1). **Nota.** Resultado del análisis del laboratorio con tratamiento con carbón activado a partir de la cascara de naranja. Los acrónimos tienen los siguientes significados: M-1 (Muestreo 1), M-2 (Muestreo 2) y M-3 (Muestreo 3)

#### **Interpretación:**

Las concentraciones de aceites y grasas en los primeros dos muestreos son bastante consistentes y están muy por debajo del VMA (15,10 mg/L y 15,35 mg/L, respectivamente). Esto indica que, bajo condiciones operativas normales, las aguas residuales del lavadero cumplen con las normativas ambientales, con un amplio margen de seguridad. La concentración en el tercer muestreo es aún más baja (7,40 mg/L), lo cual no solo cumple, sino que supera significativamente los requisitos reglamentarios, proporcionando un margen de seguridad aún mayor.

La Figura 4, muestra que los resultados del primer y segundo muestreo son consistentes, sugiriendo estabilidad en las operaciones del lavadero. La consistencia entre estos valores refuerza la fiabilidad de los datos obtenidos y su representatividad de las condiciones normales del lavadero. La notable disminución en el tercer muestreo podría ser resultado de cambios recientes en las prácticas operativas, como el uso de detergentes más eficientes o mejoras en los sistemas de tratamiento de desechos líquidos. Esta reducción significativa podría indicar una tendencia positiva hacia una mayor eficiencia en el manejo de contaminantes.



**Figura 4**

*Comparación de los parámetros fisicoquímicos evaluados con los VMA.*

#### 4.2. Evaluación de las concentraciones de aceites y grasas de las aguas residuales del lavadero

Los datos presentados en la Tabla 11 reflejan las concentraciones de aceites y grasas en los desechos líquidos del lavadero antes y después de la aplicación de los tratamientos ( $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ ). Las concentraciones iniciales para los tres muestreos fueron de 15,10 mg/L, 15,35 mg/L y 7,40 mg/L, respectivamente. Tras la implementación de los tratamientos, se evidenciaron reducciones notables en los niveles de aceites y grasas.

**Tabla 11**

*Valores de la evaluación de las concentraciones de aceites y grasas en los tratamientos*

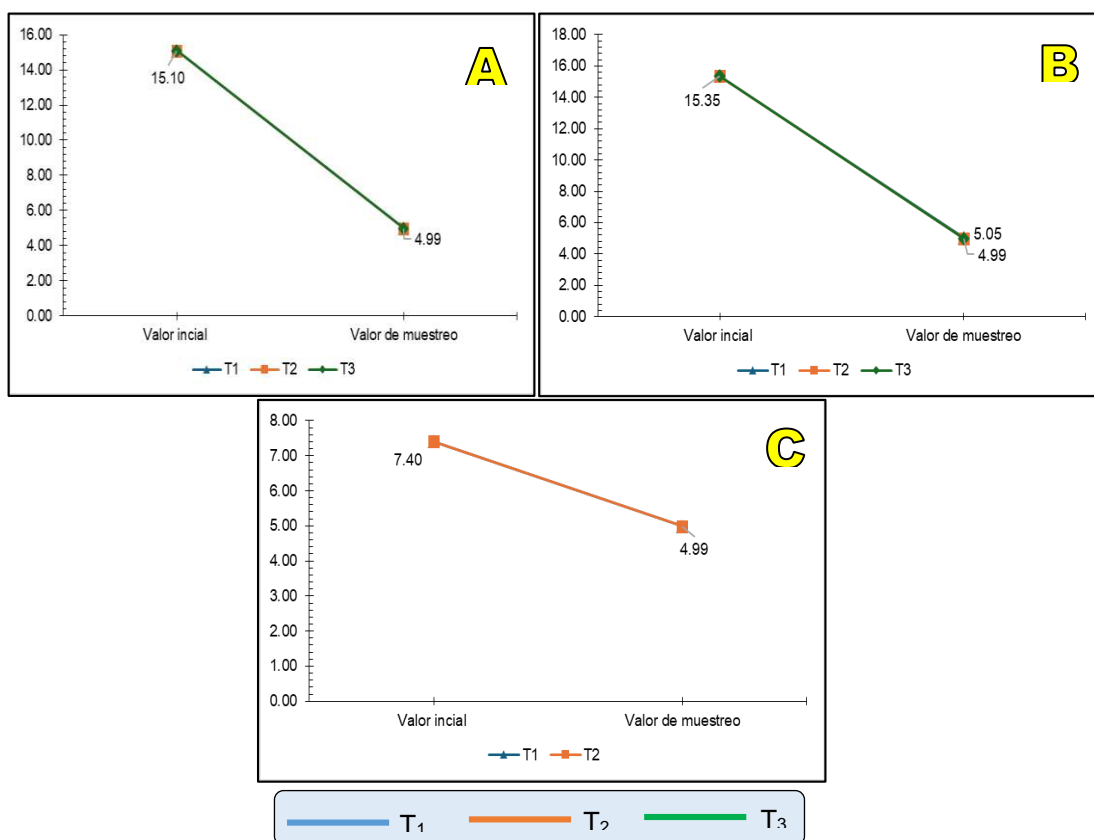
Parámetro	Unidad	Muestreo	Valor inicial	Tratamientos		
				$T_1$	$T_2$	$T_3$
Aceites y grasas	mg.L <sup>-1</sup>	M - 1	15,10	--	--	--
			--	< 5	< 5	< 5
Aceites y grasas	mg.L <sup>-1</sup>	M - 2	15,35	--	--	--
			--	5,05	< 5	< 5
Aceites y grasas	mg.L <sup>-1</sup>	M - 3	7,40	--	--	--
			--	< 5	< 5	--

**Fuente.** Elaboración propia a partir del INFORME DE ENSAYO N° IE-23-5052, IE-22-24076, IE-24-679 (Ver Anexo 2,3 y 4). *Nota.* El significado Resultados de los análisis de laboratorio sin tratamiento: M-1 (Muestreo 1), M-2 (Muestreo 2) y M-3 (Muestreo 3)

### Interpretación:

Para el primer muestreo (M – 1), los valores iniciales de aceites y grasas fueron de 15,10 mg/L. Después de aplicar los tratamientos con epicarpio (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, y T<sub>3</sub>), las concentraciones disminuyeron a menos de 5 mg/L en todos los casos. Esto indica que todos los tratamientos fueron altamente efectivos en reducir las concentraciones de aceites y grasas, logrando reducciones superiores al 66%. Para el segundo muestreo (M - 2), los valores iniciales fueron de 15,35 mg/L. Tras el tratamiento, las concentraciones disminuyeron a 5,05 mg/L en T<sub>1</sub> y a menos de 5 mg/L en T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>. Esto sugiere que T<sub>1</sub> fue menos efectivo en comparación con T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, pero aún logró una reducción significativa del 67,1%.

En el tercer Muestreo (M-3), los valores iniciales fueron de 7,40 mg/L. Después de aplicar los tratamientos con mesocarpio (T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>), las concentraciones disminuyeron a menos de 5 mg/L en ambos casos. Esta reducción indica que el mesocarpio es también muy efectivo, logrando una reducción superior al 32,4%.



**Figura 5**

*Grafica de los valores de aceites y grasas evaluadas en la investigación. A) Valores del primer muestreo. B) Valores del segundo muestreo. C) Valores del tercer muestreo.*

### 4.3. Eficiencia del carbon activado de cascara de naranja en el tratamiento de aceites y grasas

La Tabla 12 muestra la eficiencia de los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> en dos repeticiones, expresada como el porcentaje de reducción de aceites y grasas en las aguas residuales del lavadero. Las respuestas indican una consistencia destacable entre las repeticiones, con ligeras variaciones observadas dentro de cada tratamiento.

**Tabla 12**

*Datos de eficiencia para los valores de aceites y grasas*

Tratamientos	Eficiencia	
	Repetición 1	Repetición 2
T <sub>1</sub>	67,5 %	67,1 %
T <sub>2</sub>	67,5 %	68,1 %
T <sub>3</sub>	67,5 %	68,1 %

#### **Interpretación:**

Los resultados muestran que los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> alcanzan una eficiencia promedio de aproximadamente 67,5% en la disminución de aceites y grasas. Las diferencias mínimas entre las repeticiones sugieren una buena reproducibilidad de los resultados experimentales.

La Tabla 13 presenta los resultados de la prueba de normalidad aplicada a los datos de eficiencia, que arroja un p-valor de 0,2474 ( $> 0,05$ ). Este resultado confirma que los datos se distribuyen de manera paramétrica, lo que respalda el uso de pruebas estadísticas paramétricas, como el ANOVA, para el análisis posterior.

**Tabla 13**

*Prueba de normalidad de datos*

Variable	p-valor	Decisión
Aceites y grasas	0,2474	0,2474 $>$ 0,05 Distribución paramétrica

#### **Interpretación:**

La distribución paramétrica de los datos indica que se pueden aplicar pruebas estadísticas más poderosas y precisas, como el uso de pruebas paramétricas como ANOVA y Tukey para el análisis estadístico.

La Tabla 14 muestra los resultados del análisis ANOVA sobre la eficiencia de los tratamientos. Los resultados indican que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ), lo que propone que todos los tratamientos presentan

un impacto similar en la disminución de aceites y grasas en las aguas cloacales del lavadero ubicado en Moyobamba.

**Tabla 14**

*ANOVA para los valores de eficiencia de los tratamientos evaluados*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Modelo	3	0,33	0,17	1,14	0,4292
Tratamiento	2	0,33	0,17	1,14	0,4292
Error	3	0,44	0,15		
Total	5	0,77			

**Interpretación:**

El valor F calculado es 1,14 y el p-valor es 0,4292 ( $> 0,05$ ), lo que indica que no hay diferencias significativas en la eficiencia entre los tratamientos. Tanto el modelo como la comparación entre tratamientos no mostraron diferencias significativas, reforzando la consistencia observada en la eficiencia de los tratamientos.

La Tabla 15 y la Figura 6 (gráfica de la prueba de Tukey) muestran los resultados detallados de las comparaciones múltiples entre los tratamientos utilizando la prueba de Tukey.

**Tabla 15**

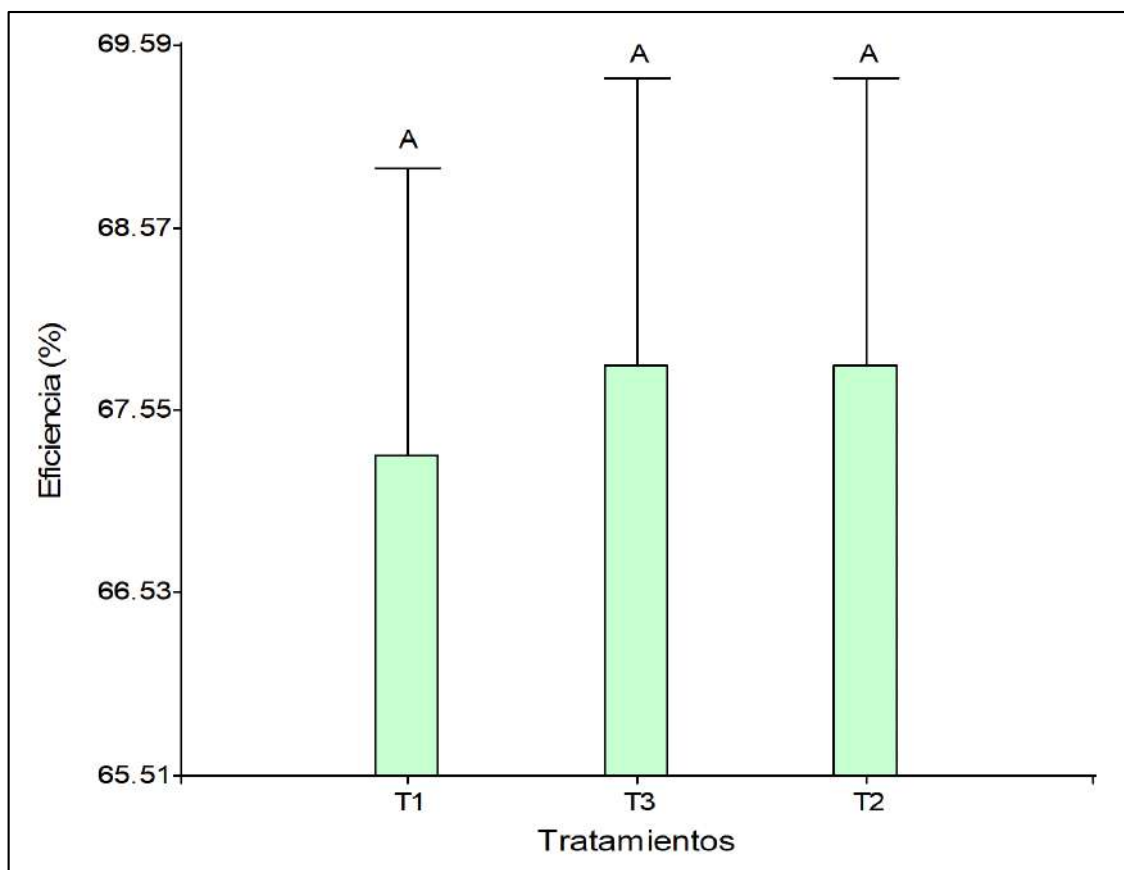
*Resultados de la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ )*

Tratamiento	N		P. Tukey
T <sub>1</sub>	2	67,30	"A"
T <sub>2</sub>	2	67,80	"A"
T <sub>3</sub>	2	67,80	"A"

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Interpretación:**

Las medias para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, y T<sub>3</sub> son 67,30%, 67,80% y 67,80% respectivamente, y comparten la letra 'A', lo que indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ). La Figura 6 visualiza estas comparaciones, confirmando la consistencia y la falta de diferencias estadísticas entre los tratamientos.



**Figura 6**

*Gráfica de la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para los valores de eficiencia de los tratamientos.*

Los análisis exhaustivos confirman que los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> son efectivos y presentan una eficiencia comparable en la disminución de aceites y grasas en las aguas cloacales del lavadero. La confirmación de la distribución paramétrica de los datos y la ausencia de diferencias significativas en las pruebas estadísticas avalan la fiabilidad de los hallazgos. Este enfoque riguroso asegura que los resultados sean sólidos, válidos y relevantes tanto para aplicaciones prácticas como para futuras investigaciones científicas.

### **Comprobación de la hipótesis**

La hipótesis planteada en esta investigación fue:

H<sub>0</sub> = La aplicación de carbón activado de cáscara de naranja no es eficiente en el tratamiento de aceites y grasas de las aguas residuales de un lavadero.

H<sub>1</sub> = La aplicación de carbón activado de cáscara de naranja es eficiente en el tratamiento de aceites y grasas de las aguas residuales de un lavadero.

Para verificar esta hipótesis, se llevó a cabo un análisis estadístico utilizando ANOVA (Análisis de Varianza) con el fin de identificar posibles diferencias significativas en la

eficiencia de remoción de aceites y grasas entre los diferentes tratamientos con carbón activado de cáscara de naranja.

El valor F calculado fue 1,14 y el p-valor obtenido fue 0,4292 (ver Tabla 14). Dado que el p-valor supera el umbral de significancia habitual ( $\alpha = 0,05$ ), no se rechaza la hipótesis nula. Esto indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la eficiencia de remoción de aceites y grasas entre los distintos tratamientos con carbón activado de cáscara de naranja.

En resumen, aunque el análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre los diversos tratamientos con carbón activado de cáscara de naranja, es relevante destacar que todos lograron una disminución considerable de aceites y grasas en las aguas cloacales. La eficiencia de remoción fue superior al 67% en todos los casos, lo que demuestra que este tipo de carbón activado es un método eficaz para el procedimiento de aguas residuales. Por lo tanto, a pesar de la falta de diferencias estadísticas entre los tratamientos, se puede concluir que el uso de carbón activado de cáscara de naranja es efectivo para mejorar la calidad del agua al reducir significativamente los niveles de aceites y grasas.

### **Discusiones**

La liberación de aguas cloacales sin tratamiento es un problema grave que afecta a muchas comunidades en todo el mundo. En Moyobamba, esta cuestión es particularmente crítica debido a la carencia de instalaciones apropiadas para el tratamiento de desechos líquidos. El estudio realizado muestra que los lavaderos de vehículos, como el Lavadero Díaz, descargan aguas residuales con altos niveles de contaminantes sin ningún tipo de tratamiento, lo que lleva a una significativa degradación ambiental. Esta situación es comparable a la que se observa en Ecuador, donde la liberación de desechos líquidos sin tratamiento también contribuye a la contaminación de ríos y lagos (Hidalgo, 2018).

El vertido de aceites y grasas, junto con otros contaminantes como la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), detergentes y partículas sólidas, puede tener efectos devastadores en los ecosistemas acuáticos. La acumulación de estos contaminantes deteriora la calidad del agua, altera los hábitats naturales y amenaza la vida de las especies acuáticas. Además, la contaminación de fuentes de agua puede tener graves repercusiones en la salud pública, aumentando el peligro de enfermedades transmitidas por el agua y afectando el acceso a agua potable limpia para las comunidades locales.

Los resultados obtenidos en los muestreos iniciales de las aguas residuales del lavadero muestran una concentración de aceites y grasas consistentemente por debajo del Valor Máximo Admisible (VMA) de 100 mg/L, según el Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA. Los valores iniciales de 15,10 mg/L y 15,35 mg/L en los primeros dos muestreos indican que las operaciones del lavadero se mantienen dentro de los límites regulatorios. La reducción significativa a 7,40 mg/L en el tercer muestreo sugiere una mejora en el control de contaminantes, posiblemente debido a cambios en las prácticas operativas.

La utilización de tratamientos con epicarpio y mesocarpio de naranja demostró una reducción significativa en las concentraciones de aceites y grasas, logrando que los niveles se mantuvieran por debajo de 5 mg/L en todos los casos. Esta reducción supera significativamente los resultados de estudios previos que utilizaron materiales alternativos como carbón activado de cáscara de coco o huesos de frutas. La eficiencia de reducción del 67,5% promedio observada en los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, y T<sub>3</sub> es consistente con investigaciones anteriores que han utilizado materiales lignocelulósicos para la adsorción de contaminantes orgánicos.

El empleo de carbón activado proveniente de cáscara de naranja en el tratamiento de aguas cloacales ha demostrado ser una opción viable y ecológica. Este estudio confirma su efectividad en la supresión de aceites y grasas, coincidiendo con investigaciones anteriores que destacan su capacidad para adsorber diversos contaminantes. Por ejemplo, Hussain et al. (2023) reportaron que el carbón activado de cáscaras de frutas puede descartar hasta un 97,6% de pesticidas peligrosos como el clorpirifos. De manera similar, Shukla et al. (2020) indicaron que el uso de carbón activado de cáscara de naranja alcanza una eficiencia de eliminación de hasta el 99%.

Estos resultados destacan la eficacia del carbón activado de cáscara de naranja como un adsorbente eficaz en la exclusión de contaminantes presentes en desechos líquidos. La capacidad de adsorción del carbón activado está determinada por varios factores, como su área superficial, porosidad y la presencia de grupos funcionales en su estructura. En este estudio, la activación química con ácido fosfórico potenció dichas características, lo que incrementó la capacidad de adsorción del material.

A diferencia de otros métodos de tratamiento, como los coagulantes químicos (Avalos, 2023; García, 2023), el carbón activado hecho de cáscara de naranja ofrece varias ventajas. En primer lugar, este material es renovable y económico, ya que se obtiene a partir de residuos agrícolas, lo que lo hace una opción más sostenible y ecológica.

Además, su uso no implica la adición de productos químicos al entorno, minimizando así el riesgo de contaminación secundaria.

Sin embargo, la eficacia del carbón activado elaborado a partir de cáscara de naranja puede variar dependiendo de las condiciones operativas y del tipo de contaminantes presentes en las aguas residuales. Aunque los coagulantes químicos pueden proporcionar una eliminación más rápida y exhaustiva de ciertos contaminantes, el carbón activado de cáscara de naranja muestra una notable capacidad para adsorber compuestos orgánicos y metales pesados, como se evidenció en estudios desarrollados por Ramutshatsha et al. (2022) y Vásquez (2023).

Aunque este estudio demostró la efectividad del carbón activado de cáscara de naranja en la eliminación de aceites y grasas, presenta ciertas limitaciones. En particular, el análisis estuvo circunscrito a un único lavadero de vehículos en Moyobamba. Para evaluar de manera más exhaustiva la viabilidad de esta tecnología, se necesitarían investigaciones más amplias que incluyan diversos sitios y tipos de aguas residuales.

En relación con la verificación de la hipótesis, el análisis ANOVA (véase Tabla 14) mostró que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos con carbón activado de cáscara de naranja. El valor F calculado fue 1,14 y el p-valor obtenido fue 0,4292; lo que supera el umbral de significancia de 0,05. Aunque no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos, todos demostraron una eficacia superior al 67% en la eliminación de aceites y grasas, reduciendo las concentraciones iniciales a menos de 5 mg/L. Estos hallazgos sugieren que, a pesar de que las distintas dosis de carbón activado no variaron significativamente en términos de efectividad, el uso de carbón activado de cáscara de naranja es generalmente efectivo para el tratamiento de aguas cloacales en lavaderos, cumpliendo los objetivos de remoción deseados. Esto subraya el potencial de este material biológico como una solución económica y práctica en contextos similares, lo que podría ser relevante para su implementación en mayores escalas.

Este estudio se enfocó principalmente en la eliminación de aceites y grasas. Investigaciones futuras podrían examinar la eficacia del carbón activado de cáscara de naranja para eliminar otros tipos de contaminantes, como metales pesados, compuestos orgánicos persistentes y patógenos. Además, sería beneficioso explorar la regeneración y reutilización del carbón activado, ya que esto podría aumentar aún más la sostenibilidad del proceso.

Es fundamental analizar las implicaciones socioeconómicas de la adopción de esta tecnología. La producción de carbón activado a partir de cáscaras de naranja podría

traer ventajas económicas a las comunidades locales, especialmente en zonas con alta producción de esta fruta. Además, la implementación de tecnologías más sostenibles para el tratamiento de aguas cloacales puede mejorar la calidad de vida, al reducir la exposición a contaminantes y promover la salud pública.

En resumen, este estudio demuestra que el carbón activado obtenido de cáscaras de naranja es una alternativa eficaz y tolerante con el medio ambiente para el tratamiento de desechos líquidos en fregaderos de vehículos. Los resultados destacan la necesidad de explorar e implementar tecnologías innovadoras que contribuyan a mitigar la contaminación y proteger los recursos naturales. La adopción de estas soluciones no solo favorecerá la preservación del medio ambiente, sino que también impulsará el desarrollo sostenible y el bienestar de las comunidades.

## CONCLUSIONES

Los resultados de las tres evaluaciones mostraron concentraciones iniciales de aceites y grasas de 15,10 mg/L (M-1), 15,35 mg/L (M-2), y 7,40 mg/L (M-3). Estas concentraciones están por debajo del VMA de 100 mg/L, indicando que, aunque los valores están dentro de los límites permisibles, es fundamental implementar un tratamiento adecuado para minimizar el impacto ambiental.

El uso de carbón activado, derivado tanto del epicarpio como del mesocarpio de naranja, condujo a una reducción notable de los niveles de aceites y grasas en las muestras tratadas. Los valores finales de aceites y grasas post-tratamiento fueron inferiores a 5 mg/L en la mayoría de los casos, evidenciando la alta eficacia del carbón activado de cáscara de naranja para adsorber contaminantes.

La eficiencia de los tratamientos con carbón activado de cáscara de naranja fue evaluada mediante análisis estadísticos. Los resultados mostraron que la eficiencia promedio de remoción de aceites y grasas fue superior al 67% para todos los tratamientos ( $T_1$ ,  $T_2$ , y  $T_3$ ). La prueba de ANOVA y la prueba de Tukey confirmaron que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que todos los niveles de carbón activado utilizados fueron igualmente efectivos.

El estudio revela que el carbón activado obtenido de la cáscara de naranja es una alternativa efectiva y asequible para eliminar aceites y grasas en los desechos líquidos de los lavaderos. Los resultados muestran que tanto el epicarpio como el mesocarpio de la cáscara de naranja son capaces de adsorber contaminantes de manera significativa, lo que mejora la calidad del efluente tratado.

## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad Provincial de Moyobamba, realizar monitoreos quincenales en los lavaderos para controlar las concentraciones de aceites y grasas, extendiendo este control a toda la ciudad.

A los organismos de calidad ambiental y EPS, realizar pruebas con aguas de mayor concentración de aceites y grasas para evaluar mejor la eficiencia del mesocarpio de naranja y el carbón activado.

A la Municipalidad de Moyobamba, establecer monitoreos periódicos en los lavaderos e implementar tratamientos con carbón activado de cáscara de naranja, además de financiar estudios adicionales para mejorar el tratamiento de efluentes.

A los organismos de control ambiental y al Ministerio del Ambiente, adoptar el uso de carbón activado de cáscara de naranja como método estándar en el proceso de desechos líquidos de lavaderos.

A las universidades y centros de investigación, incentivar estudios sobre nuevos adsorbentes hechos a partir de desechos agrícolas para optimizar el proceso de aguas cloacales y fomentar prácticas sostenibles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano, S., y García, J. (2020). *Mejora de la calidad del efluente del lavado vehicular mediante la aplicación del carbón activado de coffea arabica, Tarapoto 2020*. Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Tarapoto, Perú.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65104/Altamirano\\_SJA-Garcia\\_AJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65104/Altamirano_SJA-Garcia_AJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arango-Arteaga, L., Saldarriaga-Molina, J., y Correa-Ochoa, M. (2021). Gestión del agua residual no doméstica (ARnD) empleando sistema de información geográfica en la definición de distritos sanitarios. *Revista UIS ingenierías*, 20(3), 121 - 134. <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n3-2021008>
- ASTM. (2002). *Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke. Designation: D 3175 – 02*.
- Avalos , K. (2018). *Análisis de carbón activado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora y lubricadora de autos “Heredia” de la ciudad de Riobamba*. Tesis de pregrado, Universidad Tecnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecanica, Ambato, Ecuador.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27016>
- Avalos, M. (2023). *Eficiencia de la cáscara de naranja “citrus sinensis” frente al sulfato de aluminio para la remoción de la materia orgánica en aguas residuales domesticas de la Ptar Taboada, Callao 2022*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo, Lima, Perú.  
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7516>
- Avelino, F., y Juarez, M. (2022). *Remoción de colorantes en agua residual mediante adsorción con carbón activado obtenido de residuos orgánicos* .  
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/e8f1c047-14df-4ebd-8f0d-ff1f72ca51fa/content>
- Azabache, Y., y Cachay, W. (2019). *Efecto del carbón activado, obtenido experimentalmente a partir de cáscara de café (Coffea Arábica L.), en la adsorción de metales pesados, en aguas del acuífero del distrito de Yantaló, Moyobamba, 2017*.

<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3500/1/INF.%20INVEST.-2017-Yrwin-Francisco-Azabache-Liza.pdf>

Bitón, D., y Gonzales, M. (2020). *Revisión de la eficiencia del carbón activado de semillas de aguaje y eucalipto en el tratamiento de aguas contaminadas por Plomo.*

[https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3274/Dely\\_Trabajo\\_Bachillerato\\_2020.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3274/Dely_Trabajo_Bachillerato_2020.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Bojaca, R. d. (2009).

<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Grasas+y+Aceites+en+agua+por+m%C3%A9todo+Soxhlet..pdf/15096580-8833-415f-80dd-ceaa7888123d>

Cohecha, D., Moncada, M., Posada, J., y Valderrama, J. (2021). *Estudio de factibilidad para el desarrollo de un sistema de aprovechamiento de aguas grises en lavaderos de carros en Colombia.*

<https://repository.ean.edu.co/handle/10882/10983>

Curo, J. (2023). *Evaluación de la eficiencia del carbón activado de cascara de naranja (citrus sinensis) en la reducción de parámetros químicos del agua residual del Camal el Modernito Juliaca.* <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/9593>

D.S°010-2019-VIVIENDA. (2019). *Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas Residuales No domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Diario oficial El Peruano. Lima - Perú. 2019.*

Delgadillo. (2011). *Obtención, caracterización y posibilidades de uso de carbones activados a partir de materia prima novedosa. Ciencia y Tecnología: Vol.10: 32-42.*

[https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/eu/Revista\\_Ciencia\\_yTecnología/CienciaTecnologia10.pdf](https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/eu/Revista_Ciencia_yTecnología/CienciaTecnologia10.pdf)

Desarrollo, F. E. (2014). *Guia de bolsillo de Buenas Practicas uso.*

Dias. (2007). *Waste materials for activated carbon preparation and its use in aqueous-phase treatment: A review. Journal of Environmental Management. Pag (833-846).* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17884280/>

Espinal, G. (2017). *Eficiencia del carbón activado a base de cascara de coco en el tratamientode aguas residuales domesticas en el AA. HH. 10 de octubre, distritodeSan Juan de Lurigancho, Lima, año 2017.*

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22568/ESPINAL\\_HG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22568/ESPINAL_HG.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Galaviz, M., Díaz, J., Sandoval, P., Rentería, K., y Nolazco, N. (2024). Remediación de Suelos Contaminados con Aceite Automotriz Residual Utilizando un Sistema de Lavado con Surfactante Comercial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 5026-5036. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2.10911](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10911)
- García, K. (2023). *Eficiencia de dos tipos de coagulantes a base de cáscara de naranja y maracuyá para el tratamiento de aguas residuales en el anexo de Cocachimba, Amazonas*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Chachapoyas, Perú. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/3516>
- García, R., y Granillo, Y. (2017). *Evaluación de las condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo de cáscara de naranja valencia (citrus sinensis linn osbeck), laboratorios de química Unan-Managua, II semestre 2016*. <https://repositorio.unan.edu.ni/4275/1/96798.pdf>
- Garzón, J., y y González, L. (2012). *Adsorción de Cr (VI) utilizando carbon activado apartir de cascara de naranja*.
- Hassler, J. (1988). *Activated Carbon*. Chemical Publishing Co., Inc. New York.
- Hidalgo, N. (2018). *Determinación de los valores máximos admisibles de efluentes no domésticos en lavaderos de vehículos motorizados con autorización, Moyobamba* -2018. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/30665/hidalgo\\_sn.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/30665/hidalgo_sn.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hussain, O., Hathout, A., Abdel-Mobdy, Y., Rashed, M., Rahim, E., y Fouzy, A. (2023). Preparation and characterization of activated carbon from agricultural wastes and their ability to remove chlorpyrifos from water. *Toxicology Reports*, 10, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2023.01.011>
- INTAGRI. (2001). *El Cultivo de la Naranja*. <https://www.intagri.com/articulos/frutales/el-cultivo-de-la-naranja>
- López, R. A. (2017). <https://repositorio.unan.edu.ni/4275/1/96798.pdf>
- LosTequesAllTerrain. (2020). *Lavadero de Autos: ¿Qué son? Tipos, Costos, Funciones y más*. <https://ltqallterrain.com/general/lavadero-de-autos/>

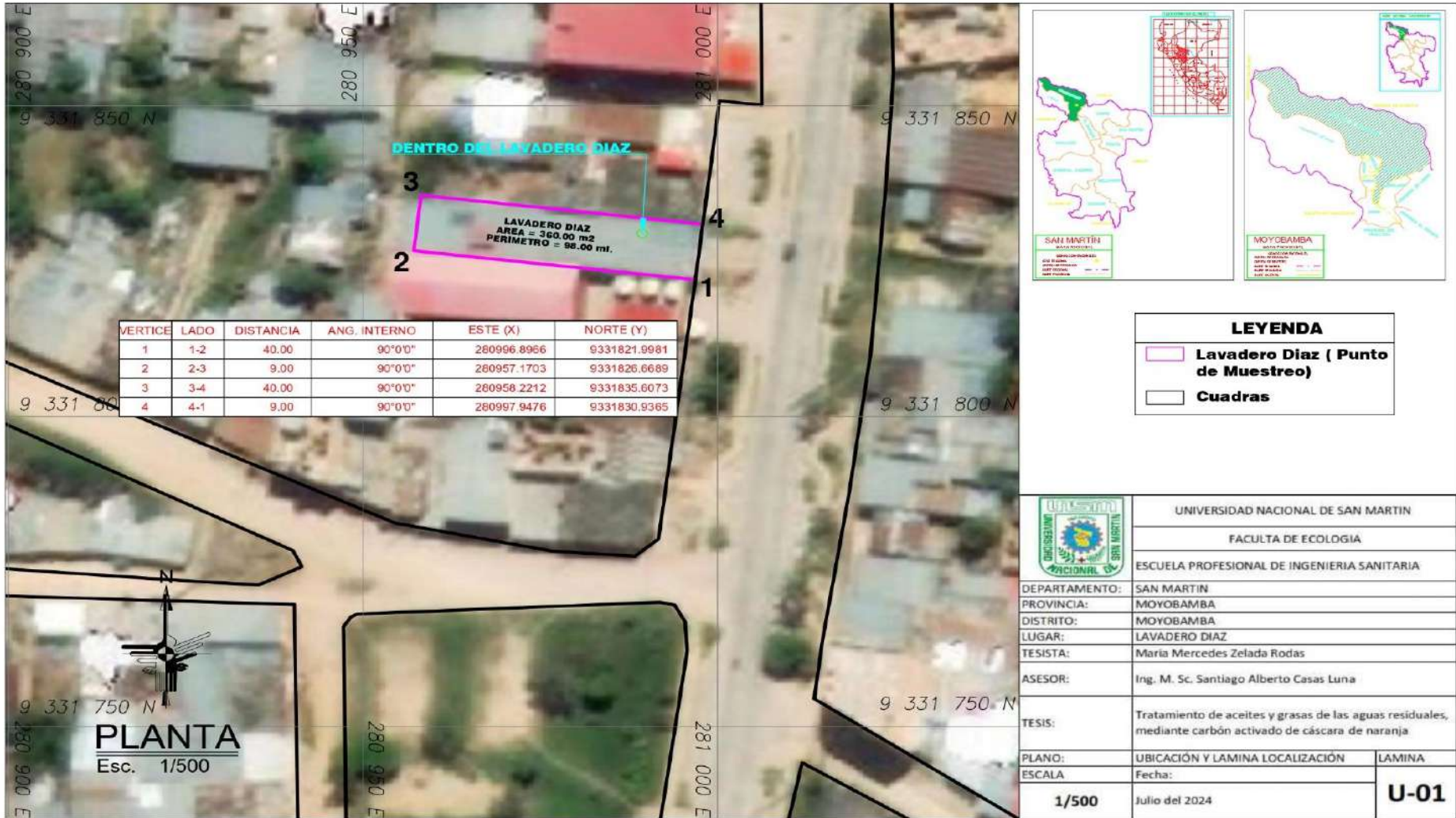
- Maldonado, L. (2023). *Eficiencia del carbón activado de endocarpio de “coco”, en la adsorción de contaminantes químicos del lixiviado del Botadero Municipal de Yacucatina*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Martín, Unidad de Posgrado, Tarapoto, Perú. <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/5135>
- Marsh, H., y Rodríguez- Reinoso, F. (2006). *Activated carbón. UK, Elsevier Science*. 554 p.
- Martínez. (2012). *Preparación y caracterización de carbón activado a partir de lignina para su aplicación en procesos de descontaminación de aguas*. Tesis PhD. *Ciencia Químicas. Madrid, ES. Universidad Autónoma de Madrid*. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/12833>
- Menéndez, J. (2008). *Residuos de biomasa para la producción de carbones activos y otros materiales de interés tecnológico. El mundo del residuo: caracterización, tratamiento y gestión. Oviedo, España, Universidad de Oviedo*. 10 p.
- Molina, M., y Morales, F. (2016). *Elaboración de un filtro artesanal de agua utilizando materiales no convencionales, evaluando su eficiencia para la disminución de los niveles de contaminación de aguas residuales generada por una lavadora de autos*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24606/1/Tesis%201086%20-%20Molina%20Garc%c3%ada%20Mishel%20Estefan%c3%ada.pdf>
- Morales, F., y Molina, M. (2016). *Elaboración de un filtro artesanal de agua utilizando materiales no convencionales, evaluando su eficiencia para la disminución de los niveles de contaminación de aguas residuales generada por una lavadora de autos*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24606>
- Moreno, A., Rios, J., y Flores, S. (2021). *Carbón activado: generalidades y aplicaciones*. <http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/CC66/carbonactivado.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. <https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>
- Pérez, J. (2020). *Caracterización, virulencia y sensibilidad a fungicidas de aislados de Colletotrichum spp. causantes de la antracnosis de los cítricos (Citrus spp.) en el norte de Sinaloa*. <https://uadeo.mx/wp-content/uploads/2021/06/TESIS-JUAN-LUIS-PEREZ.pdf>
- Periyasamy, S., Kumar, I., y Viswanathan, N. (2020). *Activated Carbon from Different Waste Materials for the Removal of Toxic Metals*. En M. Naushad, y E.

- Lichtfouse, *Green Materials for Wastewater Treatment. Environmental Chemistry for a Sustainable World* (Vol. 38, págs. 47 - 68). Springer Nature Switzerland AG. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-17724-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-17724-9_3)
- Ramutshatsha, D., Mavhungu, A., Moropeng, M., y Mbaya, R. (2022). Activated carbon derived from waste orange and lemon peels for the adsorption of methyl orange and methylene blue dyes from wastewater. *Heliyon*, 8(8), e09930. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09930>
- Rivera, A. (2017). *Uso de moringa oleífera y carbón activado para el mejoramiento de la calidad del agua residual de lavado vehicular en el distrito de San Martín de Porres – Lima 2017*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3595>
- Roopa. (2016). *Preparation of activated carbon from bitter orange peel (Citrus Aurantium) and preliminary studies on its characteristics. Namakkal, IN. Journal of Scientific y Engineering Research. Vol. 7, Pag (04-05)*. <https://www.ijser.org/researchpaper/Preparation-of-Activated-Carbon-from-Bitter-Orange-Peel--Citrus-Aurantium--and-Preliminary-Studies-on-Its-Characteristics.pdf>
- Ruiz, A. (2018). *Obtención de carbón activado a partir de cascara de naranja (Citrus sinensis L. Obseck) y su aplicación como*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4043/ruiz-menendez-amparo-patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Shukla, S., Al Mushaiqri, N., Al Subhi, H., Yoo, K., y Al Sadeq, H. (2020). Low-cost activated carbon production from organic waste and its utilization for wastewater treatment. *Applied Water Science*, 10(2), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s13201-020-1145-z>
- Solis, J., Morales, M., Ayala, R., y Durñan, M. (2012). *Obtención de carbón activado a partir de residuos*. <https://www.redalyc.org/pdf/482/48224413006.pdf>
- Tafur, J. (2017). *Estrategias para disminuir el impacto ambiental de las aguas residuales industriales generadas en los lavaderos de carros [trabajo de grado. Fundación Universidad de América, Repositorio institucional Universidad de América]*. <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/7042>
- Terrones, Y., Centurion, F., y Azabache, Y. (2014). *Determinación de la eficiencia del carbón activado obtenido experimentalmente a partir de residuos agrícolas del Alto Mayo*. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/196>

- Valenzuela, A. (2022). *Nutrindex*. <https://nutrindex.com/ficha-de-materia-prima-grasas-o-aceites-vegetales-y-subproductos/>
- Valladares-Cisneros, M., Valerio-Cárdenas, C., de la Cruz-Burelo, P., y Melgoza-Alemán, R. (2017). Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(31), 55-73. <https://doi.org/10.22395/rium.v16n31a3>
- Vásquez, J. (2023). *Obtención de carbón activado a partir de cáscara de naranja agria (Citrus x aurantium) y su aplicación como adsorbente de cobre (II) en aguas residuales*. Tesis de pregrado, Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Sonora, Mexico. <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/handle/20.500.12984/8616>
- Vila, M. (2021). *Tamices Moleculares: el arte de separar según el tamaño de las moléculas*. <https://es.linkedin.com/pulse/tamices-moleculares-el-arte-de-separar-seg%C3%BAn-tama%C3%B1o-las-vila>
- Wan, W. (2004). *Comparison on pore development of activated carbon produced from palm shell and coconut shell*. *Bioresource Technology*. 93. 63-69 p.

# ANEXOS

Anexo 01. Mapa de ubicación



**Anexo 02.** Resultados de los análisis de laboratorio para las muestras iniciales**Anexo 02-1.** Resultados del análisis de laboratorio de la primera muestra

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-24076**

N° Id: 0000067753

**I. DATOS DEL SERVICIO**

1.-RAZÓN SOCIAL	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
2.-DIRECCIÓN	: Av.Canaan cuadra 5 S/N
3.-PROYECTO	: ACEITES Y GRASAS
4.-PROCEDENCIA	: CIUDAD Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA , DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
5.-SOLICITANTE	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000006260-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-01-10

**II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO**

1.-PRODUCTO	: Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-12-28
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022-12-28 al 2023-01-10

Liz Y. Quispe Quispe  
**Jefe de Laboratorio**  
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

**SEDE PRINCIPAL**  
Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE ZARUMILLA**  
Prolongación Zarumilla MZ  
D2, Lt3 , Bellavista, Callao  
P (+511) 7130656  
Cel.: 932646460  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE AREQUIPA:**  
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE PIURA:**  
Calle Los Ebanos MZ G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

Pág.1 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-24076

N° Id.: 0000067753

### III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method

\*SMEWW\*: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

**SEDE PRINCIPAL**  
Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE ZARUMILLA**  
Prolongación Zarumilla Mz  
D2, Lt3 , Bellavista, Callao  
P (+511) 7130636  
Cel.: 932646460  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE AREQUIPA:**  
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE PIURA:**  
Calle Los Ebanos Mz G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

Pág 2 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-24076

N° Id.: 0000067753

### IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-78297
CÓDIGO DEL CLIENTE:				M-01
COORDENADAS:				E:0281000.17
UTM WGS 84:				N:9331822.57
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				24-12-2022 08:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,30	0,50	15,10

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $\leq$ " Menor que el L.C.M.  
L.D.M.: Límite de detección del método, " $\leq$ " Menor que el L.D.M.

### V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

**SEDE PRINCIPAL**  
Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE ZARUMILLA**  
Prolongación Zarumilla Mz  
D2, Lt3 , Bellavista, Callao  
P (+511) 7130636  
Cel.: 932646460  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE AREQUIPA:**  
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE PIURA:**  
Calle Los Ebanos Mz G Lt 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

Pág 3 de 3

## Anexo 02-2. Resultados del análisis de laboratorio de la segunda muestra



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-679

N° Id.: 0000100342

### I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZÓN SOCIAL	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
2.- DIRECCIÓN	: Av. Cnaan cuadra 5 S/N
3.- PROYECTO	: TRATAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS DE LAS AGUAS RESIDUALES, MEDIANTE CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE NARANJA
4.- PROCEDENCIA	: DISTRITO Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
5.- SOLICITANTE	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
6.- PRODUCTO	: Agua Residual

### II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000000056-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-01-18

### III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.- FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024-01-10
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: Conservación de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada.
5.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2024-01-10 al 2024-01-18

Liz Y. Quispe Quispe  
**Jefe de Laboratorio**  
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág. 1 de 3

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chelaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802  
Cel.: 977 515 129

#### SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2  
Ll. 3, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379

#### SEDE AREQUIPA

COOP SIDGUR Mz. E Ll. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 952 361 941

#### SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Ll. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 952 617 782

#### SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A Ll. 29,  
Alto Salaverry - Trujillo  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 961 768 828



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-679

N° Id.: 0000100342

### IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANALISIS
Acúeles y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023. □	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	INACAL LE - 096 PIURA

\*SMEWW\* : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

\*APHA\* : American Public Health Association

Pág 2 de 3

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalcos N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802  
Cel.: 977 919 129

#### SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. 02  
Ll. 3, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0638  
Cel.: 997 111 379

#### SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz. E Ll. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 819 943  
Cel.: 952 361 941

#### SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Ll. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 336  
Cel.: 952 817 762

#### SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A Ll. 29,  
Alto Salaverry - Trujillo  
Telf.: (+01) 713 0096  
Cel.: 961 768 628

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-679**

N° Id.: 0000100342

**V.- RESULTADOS**

<b>ITEM</b>				<b>1</b>
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-01551
CÓDIGO CLIENTE <sup>(M)</sup>				MUESTRA A1
COORDENADAS - UTM WGS 84 <sup>(M)</sup>				E:281000,17 N:9331822,57
PRODUCTO <sup>(M)</sup>				Agua Residual
SUB PRODUCTO <sup>(M)</sup>				Agua Residual Industrial
FECHA y HORA DE MUESTREO <sup>(M)</sup>				08-01-2024 09:30
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>L.C.M.</b>	<b>RESULTADOS</b>
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	15,35

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<= Menor que el L.D.M.

<sup>(M)</sup>Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

**VI.- OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Tel.: (+01) 717 5802  
Cel.: 977 516 129

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. 02  
Ll. 3, Bellavista - Callao  
Tel.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz. E LL 9,  
Arequipa  
Tel.: (+051) 616 843  
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G LL 17,  
Custodia - Piura  
Tel.: (+072) 542 335  
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A LL 29,  
Alto Salaverry - Trujillo  
Tel.: (+01) 715 0630  
Cel.: 981 788 528

## Anexo 02-3. Resultados del análisis de laboratorio de la tercera muestra



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-5052

N° Id.: 0000073240

### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
2.-DIRECCIÓN	: Av.Canaan cuadra 5 S/N
3.-PROYECTO	: ACEITES Y GRASAS
4.-PROCEDENCIA	: CIUDAD Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA,DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
5.-SOLICITANTE	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000000967-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-04-03

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-03-25
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-03-25 al 2023-04-03

Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág 1 de 3

📍 **SEDE PRINCIPAL**  
Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 **SEDE ZARUMILLA**  
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 **SEDE AREQUIPA**  
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 **SEDE PIURA**  
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-5052

N° Id.: 0000073240

### III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Acetes y Grasas <sup>1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023. <sup>2)</sup>	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method

<sup>1)</sup>"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>2)</sup>"APHA" : American Public Health Association

<sup>3)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

Pág 2 de 3

📍 **SEDE PRINCIPAL**  
Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 **SEDE ZARUMILLA**  
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 **SEDE AREQUIPA**  
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 **SEDE PIURA**  
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-5052

N° Id.: 0000073240

### IV. RESULTADOS

ITEM	1			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-14637			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M-01			
COORDENADAS:	E 0281000.17			
UTM WGS 84:	N 9331822.57			
PRODUCTO:	Agua Residual			
SUBPRODUCTO:	Agua Residual Doméstica			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	20-03-2023 17:30			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	7,40

\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<\*= Menor que el L.C.M.  
L.D.M.: Límite de detección del método, \*<\*= Menor que el L.D.M.

### V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

📍 SEDE PRINCIPAL  
Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 SEDE ZARUMILLA  
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 SEDE AREQUIPA  
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 SEDE PIURA  
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 3 de 3

## Anexo 03. Resultado del análisis del laboratorio luego de la aplicación del carbon activado en agua residual del primer muestreo (M -1)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

### INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-3748

N° Id.: 0000103411

#### I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

- |                  |   |
|------------------|---|
| 1.- RAZON SOCIAL | : ZELADA RODAS MARIA MERCEDES   |
| 2.- DIRECCIÓN    | : Av. Canaan cuadra 5 S/N   |
| 3.- PROYECTO     | : TRATAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS DE LAS AGUAS RESIDUALES, MEDIANTE CARBON ACTIVADO DE CASCARA DE NARANJA |
| 4.- PROCEDENCIA  | : DISTRITO Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN   |
| 5.- SOLICITANTE  | : ZELADA RODAS MARIA MERCEDES   |
| 6.- PRODUCTO     | : Agua Residual   |

#### II.- DATOS DEL SERVICIO

- |                                 |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| 1.- ORDEN DE SERVICIO N°        | : 0000000706-2024-0000 |
| 2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME | : 2024-02-28           |

#### III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1.- MUESTREO POR           | : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA |
| 2.- NÚMERO DE MUESTRAS     | : 1   |
| 3.- FECHA DE RECEPCIÓN     | : 2024-02-19  |
| 4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN | : Conservación de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada.              |
| 5.- PERÍODO DE ENSAYO      | : 2024-02-19 al 2024-02-28  |

Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 3

SEDE PRINCIPAL  
Av. Guardia Chálica N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802  
Cel.: 977 818 129

SEDE ZARUMILLA  
Prolongación Zarumilla Mz. D2  
Ll. 3, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0638  
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA  
COOP SIDSUR Mz. E.Ll. 8,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 982 361 941

SEDE PIURA  
Urb. Miraflores Mz. G Ll. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 952 817 782

SEDE TRUJILLO  
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Ll. 28,  
Alto Salaverry - Trujillo  
Telf.: (+01) 713 0836  
Cel.: 961 768 828



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-3748

N° Id.: 0000103411

### IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANÁLISIS
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023. □	Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	INACAL LE - 096 PIURA

\*SMEWW\*: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

\*APHA\*: American Public Health Association

Pág. 2 de 3

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chálica N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802  
Cel.: 977 515 129

#### SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2  
L1, 3, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379

#### SEDE AREQUIPA

DOOP SIDSUR Mz. E.L1.9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 952 361 941

#### SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G.L1.17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 952 617 752

#### SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A.L1.29,  
Alto Salaverry - Trujillo  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 961 768 826

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-3748

N° Id.: 0000103411

### V.- RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-10100
CÓDIGO CLIENTE <sup>(*)</sup>				MUESTRA A1
COORDENADAS - UTM WGS 84 <sup>(*)</sup>				E:281000.17 N:9331822.57
PRODUCTO <sup>(*)</sup>				Agua Residual
SUB PRODUCTO <sup>(*)</sup>				Agua Residual Industrial
FECHA y HORA DE MUESTREO <sup>(*)</sup>				16-02-2024 14:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	<5,00

<sup>(\*)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<= Menor que el L.D.M.

<sup>(\*)</sup>Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

### VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.3 de 3

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chelaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802  
Cel.: 977 515 129

#### SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2  
Ll. 3, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379

#### SEDE AREQUIPA

COOP SIOGUR Mz. E.Ll. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 952 361 941

#### SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G.Ll. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 952 617 782

#### SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A.Ll. 29,  
Alto Salaverry - Trujillo  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 961 768 828

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19903

N° Id.: 000088067

### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
2.-DIRECCIÓN	: Av.Canaan cuadra 5 S/N
3.-PROYECTO	: ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL
4.-PROCEDENCIA	: MOYOBAMBA
5.-SOLICITANTE	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 000004433-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-09-19

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-09-16
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-09-16 al 2023-09-19

Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

<p>📍 SEDE PRINCIPAL</p> <p>Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao Telf.: (+01) 713 0756 Cel.: 977 516 675 / 940 598 572</p>	<p>📍 SEDE ZARUMILLA</p> <p>Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao Telf.: (+01) 713 0636 Cel.: 937 111 379 / 940 598 572</p>	<p>📍 SEDE AREQUIPA</p> <p>COOP SIDSUR Mz E Lt. 9, Arequipa Telf.: (+054) 616 843 Cel.: 932 646 642 / 940 598 572</p>	<p>📍 SEDE PIURA</p> <p>Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura Telf.: (+073) 542 335 Cel.: 919 475 133 / 940 598 572</p>
---	---	--	---

Pág. 1 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19903

N° Id.: 0000088067

### III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023. <sup>(1)</sup>	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method

<sup>(1)</sup> "SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> "APHA" : American Public Health Association

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

Pág. 2 de 3

📍 **SEDE PRINCIPAL**  
Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 **SEDE ZARUMILLA**  
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 **SEDE AREQUIPA**  
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 **SEDE PIURA**  
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19903

N° Id.: 0000088067

### IV. RESULTADOS

ITEM				1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-61962	M-23-61963
CÓDIGO DEL CLIENTE:				M-01	M-02
COORDENADAS:				E:0281294	E:0281294
UTM WGS 84:				N:9330901	N:9330901
PRODUCTO:				Agua Residual	Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA	
FECHA y HORA DE MUESTREO:				13-09-2023 16:26	13-09-2023 16:26
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	5,05	<5,00

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<=" Menor que el L.C.M.  
L.D.M.: Límite de detección del método, \*<=" Menor que el L.D.M.

### V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

📍 **SEDE PRINCIPAL**  
Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 **SEDE ZARUMILLA**  
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 **SEDE AREQUIPA**  
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 842 / 940 598 572

📍 **SEDE PIURA**  
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pag. 3 de 3

**Anexo 04.** Resultado del análisis del laboratorio luego de la aplicación del carbon activado en agua residual del segundo muestreo (M -2)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-21813

N° Id.: 000089978

### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
2.-DIRECCIÓN	: Av.Canaan cuadra 5 S/N
3.-PROYECTO	: TRATAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS DE AGUAS RESIDUALES DE UN LAVADERO, MEDIANTE CARBON ACTIVADO DE CASCARA DE NARANJA
4.-PROCEDENCIA	: MOYOBAMBA
5.-SOLICITANTE	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000005108-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-10-12

### II. DATOS DE ITEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 3
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-10-05
4.-PERIODO DE ENSAYO	: 2023-10-05 al 2023-10-12

Liz Y. Quispe Quispe  
**Jefe de Laboratorio**  
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 518 675 / 940 598 572

#### SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. 02 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

#### SEDE AREQUIPA

COOP SIOSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 846 642 / 940 598 572

#### SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pag. 1 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-21813

N° Id.: 0000089978

### III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Acetres y Grasas <sup>1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 34th Ed. 2023.	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method

<sup>1)</sup>SMEWW<sup>1)</sup> : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>2)</sup>APHA<sup>2)</sup> : American Public Health Association

<sup>3)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 518 675 / 940 598 572

#### SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

#### SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

#### SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 2 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-21813

N° Id.: 000089978

### IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-68259	M-23-68260	M-23-68261			
CÓDIGO DEL CLIENTE	M-01	M-02	M-03			
COORDENADAS:	E:0281294	E:0281294	E:0281294			
UTM WGS 84:	N:9330901	N:9330901	N:9330901			
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
FECHA y HORA DE MUESTREO :	03-10-2023 17:00	03-10-2023 17:20	03-10-2023 17:30			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Acéites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	<5,00	<5,00	<5,00

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<\*" Menor que el L.C.M.  
L.D.M.: Límite de detección del método, "<\*" Menor que el L.D.M.

### V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

📍 SEDE PRINCIPAL  
Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 SEDE ZARUMILLA  
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 SEDE AREQUIPA  
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 SEDE PIURA  
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pag. 3 de 3

## Anexo 05. Resultado del análisis del laboratorio luego de la aplicación del carbon activado en agua residual del tercer muestreo (M -3)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

### INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-6492

N° Id.: 0000106155

#### I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
2.- DIRECCIÓN	: Av.Canaan cuadra 5 S/N
3.- PROYECTO	: TRATAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE CARBON ACTIVADO DE CASCARA DE NARANJA
4.- PROCEDENCIA	: DISTRITO Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA
5.- SOLICITANTE	: ZELADA RODAS MARIA MERCEDES
6.- PRODUCTO	: Agua Residual

#### II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000001193-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-03-30

#### III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS	: 4
3.- FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024-03-18
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: Conservacion de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada.
5.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2024-03-18 al 2024-03-30

  
Erika Aliaga Ibarra  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 100391



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 3

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chásca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Tel.: (+01) 717 5802  
Cel.: 977 516 129

#### SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2  
Ll. 3, Bellavista - Callao  
Tel.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379

#### SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz. E LL 9,  
Arequipa  
Tel.: (+054) 616 843  
Cel.: 952 381 941

#### SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G LL 17,  
Castilla - Piura  
Tel.: (+073) 542 335  
Cel.: 952 617 762

#### SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A LL 29,  
Alto Salaverry - Trujillo  
Tel.: (+01) 713 0036  
Cel.: 991 788 628



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-6492

N° Id.: 0000106155

### IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANÁLISIS
Acetres y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023.□	Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	INACAL LE - 096 PIURA

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"APHA" : American Public Health Association

Pág.2 de 3

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellevista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802  
Cel.: 977 515 129

#### SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2,  
L1, 3, Bellevista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379

#### SEDE AREQUIPA

COOP SIDSURI Mz. E L1, B,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 952 361 941

#### SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G L1, 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 962 617 782

#### SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1, 29,  
Alto Salaverry - Trujillo  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 961 768 826

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-6492**

N° Id.: 0000106155

**V.- RESULTADOS**

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-17367	M-24-17368	M-24-17369	M-24-17370
CÓDIGO CLIENTE <sup>(A)</sup>	MUESTRA A1	MUESTRA A2	MUESTRA A3	MUESTRA A4
COORDENADAS - UTM WGS 84 <sup>(B)</sup>	E:0280976 N:9331800	E:0280976 N:9331800	E:0280976 N:9331800	E:0280976 N:9331800
PRODUCTO <sup>(A)</sup>	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
SUB PRODUCTO <sup>(A)</sup>	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
FECHA y HORA DE MUESTREO <sup>(A)</sup>	14-03-2024 13:40	14-03-2024 13:47	14-03-2024 13:53	14-03-2024 14:00
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>L.C.M.</b>	<b>RESULTADOS</b>
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	<5,00

<sup>(A)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<=" Menor que el L.D.M.

<sup>(B)</sup>Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

**VI.- OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.3 de 3

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chelaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802  
Cel.: 977 816 129

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2  
L1 3, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz. E L1 9,  
Arequipa  
Telf.: (+004) 616 843  
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G L1 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 942 335  
Cel.: 952 617 782

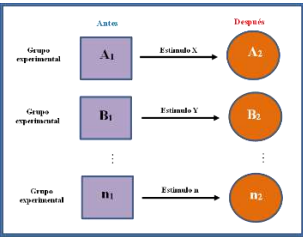
SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1 29,  
Año Saavedra - Trujillo  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 961 766 628

### Anexo 06. Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Dimensión operacional	Dimensión	Indicador	Unidad de Medida
Independiente: Carbón activado de cáscara de naranja.	Material sólido obtenido artificialmente con una composición porosa, un área específica elevada y una enorme capacidad de adsorción (Martínez, 2012).	Carbón activado elaborado a partir de cáscara de naranja, utilizado en forma de polvo o gránulos para tratar aguas residuales.	Tipo de carbon activado	Tipo de cáscara utilizada	Cualitativa
			Cantidad de carbon activado aplicado	Cantidad de carbón activado utilizado	g
			Eficiencia de absorción	Porcentaje de reducción de aceites y grasas	%
Dependiente: Aceites y grasas de las aguas residuales.	Sustancias insolubles en agua y en líquidos con menor densidad y solubles con disolventes orgánicos que se encuentran en la superficie de las aguas residuales dando lugar a la aparición de natas y/o espumas (D.S. N°010-2019-VIVIENDA).	Concentración de aceites y grasas en las aguas residuales medida antes y después del tratamiento con carbón activado.	Concentración inicial	Concentración inicial de aceites y grasas	mg/L
			Concentración final	Concentración final de aceites y grasas después del tratamiento	mg/L
			Reducción de contaminantes	Porcentaje de reducción en aceites y grasas	%

**Anexo 07. Matriz de consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>General:</b> ¿Es efectiva la aplicación de carbón activado de cáscara de naranja en la reducción de aceites y grasas en las aguas residuales de un lavadero en Moyobamba?</p>	<p><b>General:</b> Evaluación del tratamiento de aceites y grasas de las aguas residuales de un lavadero, mediante carbón activado de cáscara de naranja, Moyobamba.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar las concentraciones iniciales de aceites y grasas de las aguas residuales de un lavadero en la ciudad de Moyobamba.</li> <li>- Evaluar las concentraciones de aceites y grasas de las aguas residuales de un lavadero luego de la aplicación del carbon activado de cascara de naranja.</li> <li>- Determinar la eficiencia del carbon activado de cascara de naranja en el tratamiento de aceites y grasas en aguas residuales.</li> </ul>	<p><b>H<sub>0</sub>:</b> La aplicación de carbón activado de cascara de naranja no es efectivo en el tratamiento de aceites y grasas de las aguas residuales de un lavadero.</p> <p><b>H<sub>1</sub>:</b> La aplicación de carbón activado de cascara de naranja es efectivo en el tratamiento de aceites y grasas de las aguas residuales de un lavadero.</p>	<p>Variable independiente: Carbón activado de cáscara de naranja. Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de carbon activado</li> <li>- Cantidad de carbon activado aplicado</li> <li>- Eficiencia de absorción</li> </ul> <p>Variable dependiente: Aceites y grasas de las aguas residuales. Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentración inicial</li> <li>- Concentración final</li> <li>- Reducción de contaminantes</li> </ul>	<p><b>Tipo de estudio</b> Aplicado con Enfoque Cuantitativo</p> <p><b>Diseño de investigación</b> Investigación experimental</p> 	<p>La población estará constituida por un total de 266,7 L/día de agua residual del lavadero para su respectiva evaluación.</p> <p>Muestra: La muestra estará constituida por 18 L de agua residual teniendo en cuenta que por cada repetición son 6 muestras en la cual en la preprueba se enviara 1L de agua residual al laboratorio y las 5 muestras después del tratamiento al aplicar carbón activado, por lo tanto para el estudio son tres repeticiones serían 18 muestras constituidas por un Litro cada uno.</p>

**Anexo 08.** Evidencia de autorización para realizar la investigación**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

Moyobamba, 08 de Diciembre del 2022

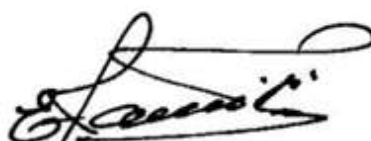
Srta.  
María Mercedes Zelada Rodas  
Bachiller en Ingeniería Sanitaria  
Facultad de Ecología – UNSM  
Moyobamba\_ Ciudad

**ASUNTO: SE AUTORIZA INGRESO AL LAVADERO DIAZ DE MOYOBAMBA**

Es grato saludarle estimada Srta. María Mercedes Zelada Rodas, asimismo indicar que por medio de la presente tengo el placer de notificarle que la Empresa Lavadero Diaz ubicado en Av. Ignacia Velásquez brinda la **AUTORIZACIÓN para el ingreso a las instalaciones del lavadero Diaz**, para realizar su proyecto de tesis denominado " Tratamiento de aceites y grasas de las aguas residuales, mediante carbón activado de cáscara de naranja, 2022" hasta el año del 2024.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



---

Lizauro Diaz Sagastegui

DNI N° 45406818

Representante (e)

**Anexo 09.** Evidencia de la autorización para el uso del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la UNSM Filial Moyobamba



**FACULTAD DE ECOLOGÍA**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA SANITARIA



*“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”*

Moyobamba, 10 de julio 2023

**CARTA N° 024-2023-SIV.UNSM/FE/RLIS**

Señor Blga. M.Sc.  
**ASTRITH RUIZ RIOS**  
 Decano de la Facultad de Ecología

Asunto: AUTORIZACIÓN PARA INGRESO AL LABORATORIO DE INGENIERÍA SANITARIA

Referencia: exp. N° 2620-2023-FECOL, prov. 2036.

Me dirijo a usted para saludarlo cordialmente a su persona y a la vez; indicar que, según la referencia indicada, la tesista **María Mercedes Zelada Rodas**, identificado con DNI: **74634347**, egresado de programa de estudios de ingeniería sanitaria; presenta solicitud para ingresar al laboratorio de Ingeniería Sanitaria, estando en la fase experimental de la Tesis: **“Tratamiento de aceites y grasas de aguas residuales de un lavadero, mediante carbón activado de cáscara de naranja, Moyobamba -2022”**, por lo que requiere el uso del laboratorio de Ingeniería Sanitaria, para los análisis respectivos.

La tesista debe ingresar al laboratorio de Ingeniería Sanitaria conjuntamente con su asesor **Ing. Dra. Karina Milagros Ordóñez Ruiz**, a partir los meses de julio a setiembre del presente año de 6:00pm a 8:00 pm, cumpliendo con todos los protocolos de bioseguridad.

Por lo indicado; como responsable del laboratorio de Ingeniería Sanitaria; expreso la respectiva **conformidad**; sugiriendo a su Decanatura informar al interesado el permiso de ingreso a los ambientes de la Facultad, en coordinación con Vigilancia.

Stépher Rigoberto Vasquez  
 INGENIERO SANITARIO  
 CIP N° 215448

Encargado laboratorio ingeniería sanitaria  
 Facultad de Ecología de la UNSM

**Anexo 10. Panel fotográfico****Anexo 10-1. Recopilación de las muestras de agua residual del lavadero****Anexo 10-2. Preparación de las muestras para enviar al laboratorio “ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.”**

**Anexo 11.** Protocolo para la elaboración del carbon activado de cascara de Naranja (Epicarpio).

**1. Primer Paso:**

- Se seleccionó la cascara de naranja y se seco bajo el sol hasta que no exista humedad, la cual llegó hacer un total de 03 meses.

**2. Segundo Paso:**

- Se comprobó las condiciones de la cascara, ya que no debe contar con ninguna impureza, llegando a separar 1 kilo de naranja.



**3. Tercer Paso:**

- Se trituro 1 kilo de la cascara de naranja seca, con la ayuda de un molino moedor de granos.



#### 4. Cuarto Paso:

- Se procedió a utilizar un colador metálico para separar el material grueso y fino de la cascara de naranja.



#### 5. Quinto Paso:

- Se pesó el material fino de la cascara de naranja, teniendo un peso de 540,917 gramos.



#### 6. Sexto Paso:

- Luego se colocó el crisol de 50 ml en la balanza analítica, utilizando el rango de 1:1, quiere decir que se utilizó 20 gr de material fino de la cascara de naranja y 20 ml de ácido fosfórico, haciendo uso de una pipeta y pera.
- Se realizó la mezcla del material fino de la cascara de naranja con el ácido fosfórico del rango de 1:1, dejando homogenizar por 24 horas en los envases de crisol.



### 7. Séptimo Paso:

- Luego se colocó el crisol de 25 ml en la balanza analítica, utilizando el rango de 1:1, quiere decir que se utilizó 8 gr de material fino de la cascara de naranja y 8 ml de ácido fosfórico, haciendo uso de una pipeta y pera.
- Se realizó la mezcla del material fino de la cascara de naranja con el ácido fosfórico del rango de 1:1, dejando homogenizar por 24 horas en los envases de crisol.



### 8. Octavo Paso:

- Luego se colocó el crisol de 50 ml en la balanza analítica, utilizando el rango de 1:1, quiere decir que se utilizó 20 gr de material fino de la cascara de naranja y 20 ml de ácido fosfórico, haciendo uso de una pipeta y pera.
- Se realizó la mezcla del material fino de la cascara de naranja con el ácido fosfórico del rango de 1:1, dejando homogenizar por 24 horas en los envases de crisol.



### 9. Noveno Paso:

- Al paso de 24 horas, la masa homogenizada se colocó en el horno en una temperatura de 400 °C por un tiempo de 30 minutos, después de ese tiempo se deja enfriar por un tiempo de 24 horas.



### 10. Decimo Paso:

- Haciendo uso del Papel filtro Whatman N° 40, embudo, vasos precipitados de 500 ml, hidróxido de sodio y agua destilada, se procedió a lavar el carbón activado con la finalidad de ionizar al pH óptimo de 6,93.



- Se dejó por 24 horas reposar para su secado, para posteriormente triturar el carbón activado de cascara de naranja lavado.



### 11. Onceavo paso

- Seguidamente se reguló el pH de la solución adicionando hidróxido de sodio, hasta alcanzar el valor de 3,0; 4,0; y 5,0 por tratamiento.



- Después se pesó el carbón activado de naranja con pesos de 0,5, 1y 1,5 gr.



- Se añadió el carbón activado a la solución en el Matraz Erlenmeyer de 250 mL, luego se llevó al agitador magnético.
- Se mantuvieron los tratamientos bajo agitación constante promedio a 200 rpm durante 10 minutos a temperatura ambiente de 26 °C, hasta alcanzar el equilibrio del sistema.
- Después se filtraron las muestras y se agregaron en los frascos de vidrio de 1 L pr cada muestreo y se les agrego 20 gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.



- Finalmente se enviaron muestras a laboratorio "ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L."



# Tratamiento de aceites y grasas de aguas residuales de un lavadero, mediante carbón activado de cáscara de naranja

*por* María Mercedes Zelada Rodas

---

**Fecha de entrega:** 24-feb-2025 01:03p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2564051515

**Nombre del archivo:** TESIS\_MERCEDES\_21.02.2025.docx (35.6M)

**Total de palabras:** 13979

**Total de caracteres:** 79292

# Tratamiento de aceites y grasas de aguas residuales de un lavadero, mediante carbón activado de cáscara de naranja

## INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="http://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="http://tesis.unsm.edu.pe">tesis.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
5	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
8	<a href="http://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%