

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación del potencial de adsorción de la especie  
*Coffea arábica* (cáscara de café) en aguas  
contaminadas por gasolina de 90 octanos,  
Cusco-2022**

Moises Anibal Calcina Tuni

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

Cusco, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Felipe Nestor Gutarra Meza  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**DE** : Steve Dann Camargo Hinostroza

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación

**FECHA** : 9 de Octubre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

**EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ADSORCIÓN DE LA ESPECIE *Coffea arábica* (CÁSCARA DE CAFÉ) EN AGUAS CONTAMINADAS POR GASOLINA DE 90 OCTANOS, CUSCO-2022**

**Autores:**

1. Moises Anibal Calcina Tuni – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores  
Nº de palabras excluidas: 05 SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original**  
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

## **ASESOR**

Mg. Ing. Camargo Hinostrroza, Steve Dann

## **DEDICATORIA**

A mi madre Inés Tuni Arizaca. Con su dedicación y empeño me dio la herencia más valiosa de la vida y por haberme dado el ejemplo de salir adelante a pesar de las adversidades, por el amor incondicional y esfuerzos que me brindó durante toda la carrera profesional.

A mi papá Pablo Alberto Calcina Diaz, hermanos y hermanas por el apoyo incondicional, por confiar en mí, por el apoyo y fortaleza para continuar con la investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la bendición de protegernos, llenar de salud y guiarnos en nuestro caminar y la entereza para afrontar los retos.

A mis padres por el apoyo incondicional, pese a todas las adversidades que se presentan durante el camino.

Universidad Continental, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por su apoyo en la formación académica.

Al asesor Mg. Ing. Steve Dann Camargo Hinostroza, por aceptar y guiar con paciencia y voluntad desde el inicio hasta la culminación de la presente investigación.

Todos los catedráticos por compartir su conocimiento, experiencia y docencia a lo largo de la carrera universitaria

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ASESOR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>18</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>18</b>
1.1.    Planteamiento y formulación del problema .....	18
1.1.1. Problema general.....	19
1.1.2. Problema específico .....	20
1.2.    Objetivos.....	20
1.2.1. Objetivo general.....	20
1.2.2. Objetivos específicos.....	20
1.3.    Justificación e importancia .....	20
1.3.1. Justificación ambiental.....	20
1.3.2. Justificación económica .....	21
1.3.3. Justificación social .....	21
1.4.    Hipótesis y descripción de variables.....	22
1.4.1. Hipótesis general .....	22
1.5.    Operacionalización de variables .....	23

<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>25</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>25</b>
2.1.    Antecedentes del problema.....	25
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	25
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	27
2.1.3. Antecedentes locales/regionales.....	29
2.2.    Bases teóricas.....	29
2.2.1. Coffea arabica.....	29
2.2.2. Agua.....	32
2.2.3. Gasolina.....	33
2.2.4. Técnicas para la eliminación de contaminantes del agua.....	36
2.2.5. Normativa ambiental.....	37
2.3.    Definición de términos básicos.....	38
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>40</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>40</b>
3.1.    Método y alcance de la investigación.....	40
3.1.1. Método general.....	40
3.1.2. Alcance de la investigación.....	40
3.2.    Tipo de investigación.....	40
3.3.    Diseño de la investigación.....	41
3.4.    Población y muestra.....	42
3.4.1. Población.....	42
3.4.2. Muestra.....	42
3.5.    Procedimientos.....	44
3.5.1. Etapa de pre campo.....	44
3.5.2. Etapa de Campo.....	44
3.5.3. Etapa de post-campo.....	48

3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	49
3.6.1.	Técnica de recolección de datos.....	49
3.6.2.	Instrumento de recolección de datos .....	49
3.7.	Análisis de datos .....	50
<b>CAPITULO IV.....</b>		<b>51</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>51</b>
4.1.	Resultados .....	51
4.1.1.	Resultados descriptivos .....	51
4.1.2.	Características fisicoquímicas y orgánicas del agua antes y después del tratamiento.....	52
4.1.3.	Características fisicoquímicas y orgánicas del agua contaminada por gasolina de 90 octanos después del tratamiento con la especie <i>C. arabica</i> (cáscara de café)...	53
a.	Evaluación del pH.....	53
b.	Evaluación de la conductividad eléctrica.....	55
c.	Evaluación del DBO5.....	57
d.	Evaluación del DQO .....	59
e.	Evaluación de solidos totales (ST) .....	61
f.	Evaluación del contenido de gasolina de 90 octanos .....	64
g.	Evaluación del peso final de la cáscara de café.....	66
h.	Evaluación del potencial de adsorción de la cáscara de café .....	68
i.	Características físicas de <i>C. arabica</i> (cáscara de café).....	69
4.2.	Prueba de hipótesis .....	69
4.2.1	Prueba de normalidad.....	69
4.2.2	Prueba de hipótesis general .....	70
4.3.	Discusión de resultados.....	71
4.3.1	Objetivo general.....	71
4.3.2	Primer objetivo específico .....	72
4.3.3.	Segundo objetivo específico.....	74

<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>76</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>77</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>78</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>85</b>
Anexo 1 Matriz de consistencia.....	86
Anexo 2 Evidencias fotográficas .....	87
Anexo 3 Resultados de laboratorio .....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	23
Tabla 2. Características según la NTP 321.090:1984.....	35
Tabla 3. Tipos de peligros .....	35
Tabla 4. ECA Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales .....	38
Tabla 5. Diagrama del diseño experimental .....	41
Tabla 6. Tratamientos de experimentación.....	48
Tabla 7. Estadísticos descriptivos.....	51
Tabla 8. Resumen de la caracterización fisicoquímica y orgánica del agua sin contaminación .....	52
Tabla 9. Resumen de la caracterización fisicoquímica y orgánica del agua contaminada con gasolina de 90 octanos .....	52
Tabla 10. Resultados del pH para los diferentes tratamientos.....	53
Tabla 11. Prueba ANOVA del pH.....	54
Tabla 12. Prueba de Tukey pH .....	55
Tabla 13. Resultados de conductividad eléctrica (uS/cm) para cada tratamiento .....	55
Tabla 14. ANOVA de la conductividad eléctrica.....	56
Tabla 15. Prueba de Tukey de la conductividad eléctrica .....	57
Tabla 16. Resultados de DBO <sub>5</sub> (mg/L) para cada tratamiento .....	57
Tabla 17. ANOVA del DBO <sub>5</sub> .....	58
Tabla 18. Prueba de Tukey de la DBO <sub>5</sub> .....	59
Tabla 19. Resultados del contenido de DQO (mg/L) para cada tratamiento.....	59
Tabla 20. ANOVA del DQO .....	60
Tabla 21. Prueba de Tukey de DQO.....	61
Tabla 22. Resultados del contenido de ST (mg/L) para cada tratamiento.....	61
Tabla 23. ANOVA del contenido de ST.....	63
Tabla 24. Prueba de TuKey de los ST .....	63
Tabla 25. Resultado del contenido de gasolina (mg/L) para cada tratamiento.....	64
Tabla 26. ANOVA del contenido de Gasolina de 90 octanos .....	65
Tabla 27. Prueba de Tukey de gasolina de 90 octanos .....	65
Tabla 28. Resultados del peso final de la cáscara de café (g) para cada tratamiento .....	66
Tabla 29. ANOVA del peso final de la cáscara de café .....	67

Tabla 30. Prueba de Tukey peso final de la cáscara de café .....	67
Tabla 31. Capacidad de adsorción (%) de la cáscara de café .....	68
Tabla 32. Caracterización física de la cáscara de café .....	69
Tabla 33. Análisis de las muestras.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología del café .....	31
Figura 2. Mapa de ubicación del punto de muestreo del agua .....	43
Figura 3. Elaboración de peceras.....	44
Figura 4. Elaboración de almohadillas .....	45
Figura 5. Cáscara de café recolectada .....	45
Figura 6. Mezcla de agua y gasolina de 90 octanos .....	46
Figura 7. Mapa de ubicación del punto de muestreo de la cáscara de café.....	47
Figura 8. Adición de la almohadilla en agua contaminada.....	48
Figura 9. Muestra de agua tratada .....	49
Figura 10. Media del pH por dosis de cáscara de café .....	54
Figura 11. Medias de conductividad eléctrica por dosis de cáscara de café .....	56
Figura 12. Medias para DBO <sub>5</sub> (mg/L) por dosis de cáscara de café.....	58
Figura 13. Medias para DQO (ml/L) por dosis de cáscara de café .....	60
Figura 14. Medias del contenido de ST (mg/L) por tratamiento .....	62
Figura 15. Medias del contenido de gasolina de 90 octanos (mg/L) por dosis de cáscara de café.....	64
Figura 16. Medias del peso final de la cáscara de café (g) después de los tratamientos .....	66
Figura 17. Medias de la capacidad de adsorción de la cáscara de café en diferentes dosis .....	68
Figura 18. Prueba de Kruskal-Wallis .....	71

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el potencial de adsorción de la especie *Coffea arabica* (cáscara de café) en aguas contaminadas por gasolina de 90 octanos, Cusco-2022. Se empleó una metodología científica de nivel explicativo, con un diseño experimental que incluyó la preparación de agua sintética mediante la combinación de 180 litros de agua y 45 litros de gasolina de 90 octanos, junto con 30 kilos de cáscara de café para el tratamiento. Los resultados mostraron que el tratamiento con 160 g de cáscara de café presentó una capacidad de adsorción del 62.5%, mientras con 190 g se alcanzó el 80%, y con 220 g un 64.55%. Además, se observó que el pH más alto se alcanzó en el tratamiento con 220 g de cáscara de café, con un valor de 6.59, y la conductividad eléctrica mostró su máximo valor de 62 uS/cm en el tratamiento con 160 g. En cuanto a la reducción de DBO<sub>5</sub>, tanto los tratamientos de 160 g como de 190 g lograron una concentración final de 25 mg/L. La menor concentración de DQO se observó en el tratamiento con 160 g, y la menor concentración de sólidos totales se registró en los tratamientos con 120 mg/L. Respecto a la concentración de gasolina de 90 octanos, se detectó un valor de 2356.26 mg/L en el tratamiento con 220 g. Finalmente, el mayor peso final de la cáscara de café se observó en el tratamiento con 220 g, alcanzando los 362 mg/L. Se concluye que la cáscara de café tiene un potencial significativo de adsorción de contaminantes presentes en el agua sintética.

**Palabras clave:** Cáscara de café, agua contaminada, gasolina, adsorción.

## ABSTRACT

The study aimed to evaluate the adsorption potential of *Coffea arabica* (coffee husk) in waters contaminated with 90 octane gasoline, Cusco, 2022. A scientific methodology at the explanatory level was employed, with an experimental design that included the preparation of synthetic water by combining 180 liters of water and 45 liters of 90-octane gasoline, along with 30 kilograms of coffee husk for treatment. An observation form was used as a data collection instrument. The results showed that treatment with 160 g of coffee husk exhibited an adsorption capacity of 62.5%, while with 190 g, this capacity reached 80%, and with 220 g, a value of 64.55% was recorded. Additionally, it was observed that the highest pH was reached in the treatment with 220 g of coffee husk, with a value of 6.59, and the electrical conductivity showed its maximum value of 62 uS/cm in the treatment with 160 g. Regarding the reduction of BOD<sub>5</sub>, both treatments with 160 g and 190 g achieved a final concentration of 25 mg/L. The lowest concentration of COD was observed in the treatment with 160 g, and the lowest concentration of total solids was recorded in the treatments with 120 mg/L. Regarding the concentration of 90-octane gasoline, a value of 2356.26 mg/L was detected in the treatment with 220 g. Finally, the highest final weight of coffee husk was observed in the treatment with 220 g, reaching 362 mg/L. It is concluded that coffee husk has significant potential for adsorption of contaminants present in synthetic water.

**Keywords:** Coffee husk, contaminated water, gasoline, adsorption

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas ambientales más significativos en el Perú es el impacto del derrame de petróleo, que afecta gravemente la fauna y flora local. Este problema se manifiesta a través del envenenamiento de organismos vivos debido a los componentes tóxicos del crudo. Además, el petróleo y su derivado que en este caso es la gasolina, crea una capa sobre el agua que bloquea la entrada de luz solar, inhibiendo así la fotosíntesis de las especies vegetales. Esto conlleva a alteraciones preocupantes en la cadena alimentaria a la que pertenecen estas especies. Según el profesor Cruz, la fauna marina más vulnerable incluye aves, mamíferos acuáticos, peces, moluscos y crustáceos que habitan en la franja cercana a la costa, donde se concentra la mancha de petróleo. Esta capa delgada afecta gravemente a las aves costeras al adherirse a sus plumas, impidiéndoles volar y, en muchos casos, resultando en su muerte (1).

Los derivados del hidrocarburo continúan siendo la principal fuente de energía a nivel mundial, sin embargo, su obtención y utilización presentan una serie de retos fundamentales. En los últimos tiempos, se ha suscitado un creciente debate sobre la extracción y consumo de este recurso, debido a sus notables impactos ambientales (2). Como es la creciente contaminación del agua por hidrocarburos, especialmente en áreas urbanas y periurbanas, representa un desafío ambiental de gran magnitud en todo el mundo.

En el Perú, se encuentran diversas reservas de hidrocarburo, y su transporte se realiza mediante un oleoducto, sin embargo, la gestión de este es objeto de críticas debido a los repetidos derrames que han afectado gravemente al entorno natural, principalmente a los ríos, provocando daños irreparables en la fauna y la flora locales (3).

Por otro lado, se considera que las cáscaras de café son una materia prima con la habilidad de absorber diversos contaminantes de origen orgánico, inorgánico y microbiológico. Estas cáscaras se encuentran en abundancia durante el procesamiento del café, pero enfrentan el problema de ser desechadas en gran medida, subrayando así la importancia de encontrar formas efectivas de aprovecharlas (4).

En este contexto, la investigación se enfoca en la evaluación del potencial de adsorción de la especie *Coffea arabica*, específicamente su cáscara de café, en aguas contaminadas por gasolina de 90 octanos en el entorno cusqueño. Esta investigación busca no solo contribuir al conocimiento científico sobre el uso de materiales naturales para la remediación ambiental, sino también ofrecer una alternativa sostenible y viable para abordar la problemática de la contaminación hídrica en la región.

Por lo tanto, en la presente investigación, el primer capítulo aborda la exposición del problema, resaltando los impactos a nivel internacional y nacional generados por los derrames de gasolina de 90 octanos. En el segundo capítulo se revisan los precedentes de la investigación y se proporciona un marco teórico de la definición de los conceptos esenciales del estudio. El tercer capítulo se detalla la metodología empleada, incluyendo la selección y tipo de muestras. Finalmente, el último capítulo se dedica al análisis e interpretación de los resultados del experimento, discutiendo tanto las pruebas realizadas en laboratorio con la cáscara de café.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

Globalmente la contaminación del recurso hídrico es una problemática creciente, porque las fuentes de agua dulce se ven afectadas por contaminantes de distintas procedencias desde desechos voluminosos hasta productos químicos invisibles; esta gran variedad de contaminantes llega a ríos, lagos, aguas subterráneas, arroyos y, finalmente, a los océanos. Esta contaminación, combinada con otros factores como la escasez de agua, la ineficiencia en la gestión y el crecimiento poblacional, ha generado una crisis en el suministro de agua dulce, poniendo en riesgo nuestras fuentes de agua potable y otras necesidades básicas (5).

En Europa, la contaminación del agua es una lucha constante, pues a pesar de los avances en la calidad de lagos, ríos, costas y fuentes subterráneas, persisten desafíos como la contaminación química, la construcción de presas y la explotación excesiva. La sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación siguen siendo preocupaciones principales, pues tanto la salud como la de los ecosistemas acuáticos están en juego (6). Los derrames de hidrocarburo tienen una gran escala de contaminación, y en el continente europeo han existido varios incidentes como lo sucedido en Rusia en el 2020, donde el río Ambarnaya, ubicado en el Círculo Polar Ártico, experimentó un grave derrame de diésel de 20 000 toneladas en el río, el cual impactó en la reserva natural Gran Ártico. Este desastre ecológico ha generado alarmas sobre la importancia de implementar medidas urgentes para prevenir futuros derrames y salvaguardar estos vulnerables ecosistemas (7). Por lo cual, científicos de la Universidad de Bath y Universidad de Extremadura desarrollaron proyectos novedosos para purificar el agua con el uso de desechos orgánicos, innovando con nuevas posibilidades para la fabricación de filtros de agua más eficientes y amigables con el medio ambiente (8).

En Latinoamérica, los derrames de hidrocarburo en los cuerpos de agua son muy frecuentes, puesto que, existen más de 8 000 puntos que están contaminados y están ubicados dentro de los territorios de las comunidades amazónicas y zonas cercanos al mar, afectando directamente a la biodiversidad y la salubridad del agua presente. Los países que tienen

mayores problemas ambientales a causa de este contaminante son Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (9); donde los derrames de hidrocarburo y pozos abandonados han aumentado a 86 incidentes por año, lo cual está afectando a las fuentes de agua ocasionando graves impactos socioambientales (10). Debido a esto, en Brasil, se ha investigado nuevas técnicas con el uso de semillas y cáscaras de frutas para la eliminación de este contaminante, el cual resulta económica y segura para los países en proceso de desarrollo (11).

En Perú, los derrames de combustibles representan una seria amenaza para el medio ambiente. En el 2022, se registraron 128 derrames, siendo uno de los más graves el protagonizado por Repsol, que afectó gravemente el mar del Callao, afectando a la vida marina y vegetal. Este incidente resalta la necesidad de una vigilancia ambiental rigurosa, la responsabilidad corporativa y el empleo de estrategias preventivas para proteger nuestros ecosistemas y garantizar un futuro sostenible (12). Sin embargo, el estado peruano carece de una planificación integral de recuperación de los recursos hídricos, por el cual el uso de técnicas innovadoras para la eliminación de hidrocarburos es escaso (13).

En el contexto local, Cusco es una región que ha sufrido de derrames de hidrocarburos que han afectado tanto al ecosistema existente como a la calidad de vida de la población, como es el caso del proyecto Camisea que generó la contaminación del río Bajo Urubamba, dejando pérdidas de las especies que habitaban en aquel ecosistema y de los pobladores que se alimentaban y bebían agua del río provocándoles vómitos, dolores, etc. (14).

Por lo tanto, surge la necesidad de implementar innovadores métodos en el tratamiento de aguas contaminadas que sean eficientes, económicos y respetuosos con el medio ambiente para la correcta gestión de los recursos hídricos en la región. Por esta razón, el presente estudio evalúa el potencial de adsorción de la especie *Coffea arábica* (cáscara de café) en aguas contaminadas por gasolina de 90 octanos.

### **1.1.1. Problema general**

¿Cuál es el potencial de adsorción de *Coffea arábica* (cáscara de café) en aguas contaminadas por gasolina de 90 octanos?

### **1.1.2. Problema específico**

- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas y orgánicas del agua sin contaminar y del agua contaminada con gasolina de 90 octanos antes y después de ser tratada con cáscara de café (*Coffea arábica*)?
- ¿Cuáles son las características físicas (densidad aparente, diámetro, densidad, porosidad y humedad), presenta *Coffea arábica* (cáscara de café)?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General.**

Evaluar el potencial de adsorción de *Coffea arábica* (cáscara de café) en aguas contaminadas por gasolina de 90 octanos.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las características fisicoquímicas y orgánicas del agua sin contaminar y del agua contaminada con gasolina de 90 octanos antes y después de ser tratada con cáscara de café (*Coffea arábica*).
- Determinar las características físicas (densidad aparente, diámetro, densidad, porosidad y humedad), presenta *Coffea arábica* (cáscara de café).

## **1.3. Justificación e importancia**

### **1.3.1. Justificación Ambiental**

El estudio se justifica de manera ambiental por la utilización de materiales adsorbentes naturales, como la cáscara de café, ofrece una solución prometedora para eliminar los hidrocarburos del agua ya que este es esencial para el mantenimiento de los ecosistemas. Asimismo, se dará un mejor aprovechamiento a las cáscaras de café, dado que en la actualidad se generan 1.35 millones de toneladas de desechos de esta parte del grano de café a nivel mundial (15). Por su parte, se estima que las empresas cafetaleras en Perú generan anualmente 100,000 toneladas de residuos (16). Los hallazgos resultantes del estudio no solo proporcionarán un mayor entendimiento sobre el potencial de la cáscara de café como adsorbente, sino que también servirán para el avance del desarrollo de

estrategias de gestión ambiental más efectivas y sostenibles en la región de Cusco y a nivel nacional.

### **1.3.2. Justificación económica**

La investigación encuentra su justificación económica en el uso de la cáscara de café como material adsorbente, ya que ofrece una alternativa rentable y sostenible para eliminar contaminantes en contraste con métodos tradicionales, que pueden ser costosos y requerir equipamiento especializado. Dado que el café es uno de los productos agrícolas más importantes de Perú, con una superficie cultivada de 440,440 hectáreas que produce alrededor de 304,000 toneladas, este cultivo involucra a 232 mil familias productoras, principalmente en las regiones de Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco, Amazonas, Huánuco y Pasco (17). Además, al utilizar un subproducto agrícola abundante en la región de Cusco, se abren posibilidades para desarrollar cadenas de valor adicionales y diversificar la economía local, lo que generará beneficios económicos directos para los productores de café y otros participantes en la cadena de suministro. Esto también podría reducir la dependencia de métodos costosos para desechar residuos. En última instancia, la implementación de este estudio genera un impacto positivo para una correcta gestión de los recursos y la generación de empleo en la región, contribuyendo al bienestar comunitario y crecimiento económico sostenible.

### **1.3.3. Justificación social**

En primer lugar, esta investigación busca mejorar la calidad del agua, lo que garantizaría un suministro más seguro y saludable para el consumo humano y otras necesidades básicas. Al reducir la cantidad de contaminantes en el recurso hídrico, se disminuirá las probabilidades de contraer enfermedades mejorando así la calidad en la salud de la población. Además, al utilizar la cáscara de café como un recurso natural para la remoción de contaminantes, se fomenta la participación de los pobladores para lograr una buena protección y preservación de los recursos naturales. Esto fortalecería el sentido de pertenencia y la conciencia ambiental de la población, promoviendo una mayor responsabilidad colectiva. Esta investigación beneficia directamente a la población de Cusco al mejorar su acceso a un agua más segura y saludable, al mismo tiempo que promueve una mayor participación y conciencia ambiental dentro de la comunidad.

## **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

### **1.4.1. Hipótesis general**

$H_0$ : *Coffea arábica* (cáscara de café) no adsorbe de manera significativa la gasolina de 90 octanos.

$H_1$ : *Coffea arábica* (cáscara de café) adsorbe de manera significativa la gasolina de 90 octanos.

## 1.5. Operacionalización de variables

Tabla 1.

### *Operacionalización de variables*

<b>Variab</b> les	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<p>Cáscara de café (<i>Coffea arábica</i>)</p> <p><b>V. independiente</b></p>	<p>La cáscara decafé es el perispermo del fruto del café y es extraída durante el proceso de beneficiado, lo cual se realiza el secado en sombra para que mantenga sus propiedades, además se realiza un proceso de triturado para que tenga una forma amoldable a la textura (18).</p>	<p>Es la capa externa que cubre el grano del café, y para medir su capacidad de adsorción es necesario evaluar sus propiedades fisicoquímicas, dosis y el tiempo óptimo.</p>	Dosis óptima	160 g	gramos
				190 g	
				220 g	
			Tiempo óptimo de retención	120	segundos
			Propiedades físicas	Diámetro	mm
				Densidad	kg/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente	kg/cm <sup>3</sup>				
Porosidad	g/cm <sup>3</sup>				
Adsorción de humedad	%				
<p>Retención de gasolina de 90 octanos en cuerpos de agua</p> <p><b>V. dependiente</b></p>	<p>La gasolina de 90 octanos consiste en una mezcla de componentes ligeros del petróleo, que carece de impurezas como agua y materia sólida en suspensión, y está</p>	<p>La evaluación de retención de gasolina de 90 octanos se realiza mediante la cantidad presente de los parámetros químicos, físicos y orgánicos en el agua tratada.</p>	<p>Parámetros físicos, químicos y orgánicos del agua</p>	pH	6,5 – 8,5
				Conductividad eléctrica	µS / cm
				DBO <sub>5</sub>	mg/l
				DQO	mg/l
				Sólidos solubles totales	mg/l
				Gasolina de 90 octanos	mg/l

	destinada a ser utilizada como combustible en motores de combustión interna con encendido por chispa (19).		Capacidad de retención	$CR = \frac{mt - mo}{mo} \times 100$ <p>CR = Capacidad de retención.  mt = peso del sorbente impregnado de la gasolina de 90 octanos (g).  mo = Peso del sorbente seco</p>	%
--	--	--	------------------------	--	---

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del problema

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Morales, F. et. al (2022), realizaron el estudio denominado “Filtro con elementos de bagazo de caña de azúcar para el tratamiento de aguas residuales de lavadoras de autos en la ciudad de Ambato, Ecuador”, pretendieron evaluar la capacidad del filtro de la combinación de piedra de pómez, ladrillo triturado y bagazo de caña de azúcar para eliminar contaminantes de aguas residuales. Utilizaron una metodología de tipo aplicada con diseño experimental pre/post prueba, con siete repeticiones del proceso de filtración. Los hallazgos revelaron que el pH del agua residual se estabilizó, sin embargo, el DQO y DBO<sub>5</sub> solo mostraron una remoción no mayor al 50%. Los autores concluyeron que el filtro tan solo muestra efectividad para los tratamientos primarios en optimización de la salubridad de las aguas residuales ya que el límite de la norma TULSMA no es cumplido en el aspecto del vertimiento en alcantarillado (20).

Konneh M. et al. (2021), en su artículo científico “Adsorción y desorción de nutrientes de aguas residuales de mataderos: modelado y comparación de biocarbón de arroz, coco y cáscara de café.”. Se emplearon espectroscopia infrarroja con transformadas de Fourier (FTIR), análisis elemental (CHNO) de Langmuir y Freundlich y modelos isotérmicos para ajustar los datos experimentales de adsorción en equilibrio. Los resultados revelaron una capacidad de adsorción de la cáscara de café del 83,62% para retener los nitritos. La investigación concluyó que estos valores son indicadores favorables de que los biocarbones son efectivos en la adsorción de nutrientes presentes en las aguas residuales de mataderos (21).

Murillo, B. (2020), en su investigación “Evaluación de la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*), corcho (*Quercus suber*) y cáscara de banano (*Musa x paradisiaca*) como bioabsorbente en aguas de lubricadora”, tuvo como objetivo disminuir los contaminantes provenientes de una lubricadora con el uso de tres tipos de bioabsorbentes. El estudio fue realizado con el método de tipo aplicado, y un diseño

experimental ya que utilizaron una muestra de 150 ml para cada uno de las tres dosis de cada material (10 g, 20 g y 30 g) y un tiempo de reposo de 24 horas. Los resultados mostraron que mediante el método ASTM F726-06, los tres materiales tuvieron la capacidad de adsorción, resaltando al corcho el cual obtuvo una retención del contaminante cuatro veces más su peso, mejoro el olor de hidrocarburo del agua y disminuyó la turbidez de 289 a 81 NTU. Se concluyó, que el corcho es el bio absorbente más eficaz en el filtro de las aguas residuales que contienen contaminantes (22).

Heredia, S.; Gavilanes, A. y Heredia, M. (2020), en su investigación denominada “Depuración de agua contaminada con hidrocarburos en el río Rumiyacu, mediante humedales artificiales en la provincia de Francisco de Orellana”, pretendieron eliminar las concentraciones de contaminantes inorgánicos y orgánicos del agua mediante el empleo de humedales con *Pennisetum purpureum*, *Echinochloa polystachya*, *Arvenses sp* y *Panicum máximum*. Se empleó la metodología de tipo aplicada con un alcance explicativo y se siguió un diseño experimental. Los hallazgos mostraron que los pastos arvenses y alemán eliminaron en un 50% el TPH, el pasto elefante el 98,77% de DQO y el pasto chileno disminuyó el 50% de fecales y el 33,33% de coliformes totales. Se concluyó que la aplicación de las especies removi6 un total de 44,53% de todos los contaminantes, por lo que debe de emplearse en serie para determinar su eficacia de remoci6n (23).

P6rez, L. et al. (2020), en su investigaci6n “Uso de c6scara de cacao (*Theobroma cacao*) para la remoci6n de cromo en soluci6n acuosa”, tuvieron como prop6sito el uso de c6scara de cacao para remover cromo<sup>6+</sup>. La metodolog6a aplicada fue utilizada en el estudio y un dise6o experimental pre/post prueba. Los resultados mostraron que hubo una adsorci6n de 24,7% del metal bajo una condici6n de 28 °C y una longitud de part6cula de 0,8 mm, adem6s que se encontr6 una mayor correlaci6n con la implementaci6n de un modelo pseudo de segundo orden con el modelo de Isoterma de Sips. Los autores concluyeron, que la c6scara de cacao es un bio-absorbente eficaz para la eliminaci6n de metales como el cromo<sup>6+</sup> (24).

Rodr6guez, J. et al. (2019) en su estudio titulado “Evaluaci6n de la capacidad de adsorci6n de MN<sup>2+</sup> por biomasa residual de ca6a de az6car (*Saccharum officinarum*)”,

evaluaron la adsorción de iones metálicos utilizando desechos de caña de azúcar, en Cuba. El método empleado fue de carácter aplicado, implementando el diseño experimental el cual consistía en el análisis de dos puntos de monitoreo. Los hallazgos obtenidos de los análisis mostraron que la biomasa de caña implementada removi6 el 5,31% de  $Mn^{2+}$ , con la adici6n de NaOH un 33,36% y bajo tratamiento de  $H_3PO_4$  un 58,42%. Se concluy6 que los restos de la caña de az6car tienen la propiedad de adsorber  $Mn^{2+}$ , logrando as6 una remoci6n eficaz del 6rea afectado (25).

Juniar L. et al. (2019) en su art6culo cient6fico “Preparaci6n y caracterizaci6n de carb6n activado de c6scara de caf6 Gayo como adsorbente para la eliminaci6n de Plomo (Pb) en residuos l6quidos”. La metodolog6a empleada fue experimental, donde prepar6 a partir de la c6scara del caf6. Se estudi6 el rendimiento del adsorbente preparado en la adsorc6n de Pb. Los resultados mostraron una capacidad de adsorc6n de la c6scara de 75 mg/g a los 30 minutos, mientras que a los 90 minutos la capacidad de adsorc6n aument6 a 170,26 mg/g, siendo este 6ltimo el que present6 una mayor capacidad. La conclusi6n fue que los residuos de c6scara de caf6 poseen un alto potencial para ser utilizados como material adsorbente (26).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Pariona, J. (2022), realiz6 una investigaci6n titulada “Biosorc6n de plomo (II) utilizando un bio-sorbente obtenido a partir de la cascarilla de caf6 (*Coffea arabica* L.)”, en el cual analiz6 la implementaci6n de la cascarilla de *C. arabica* para la eliminaci6n de plomo. Se emple6 una metodolog6a aplicada con diseño experimental. Los hallazgos obtenidos despu6s del tratamiento fueron: DA de  $0,50 \pm 0,004$  g/mL, PZC 2,20, humedad de  $7,18 \pm 0,152$  % y un pH estable, resaltando el modelo pseudo de segundo orden que obtuvo una remoci6n de plomo de  $96,45 \pm 0,023$  % del agua del R6o R6mac. El autor concluy6 que el bioabsorbente es efectiva para la eliminaci6n de plomo (II), a pesar de no disminuir en su totalidad los factores fisicoqu6micos presentes en el agua contaminada (27).

Vitor, Y.; Moggiano, N. y Ochoa, E. (2022), en su estudio denominado “Bioadsorc6n por hojas de caf6 en agua contaminada del r6o Mantaro en el centro de Per6”, tuvieron

como objetivo eliminar los componentes contaminantes del agua con el uso de un bioabsorbente. Se empleó un método de tipo aplicado y un diseño experimental, realizando una molienda de las hojas secas de café para ser añadidos a 4 diferentes muestras de 250 ml de agua contaminada. Los hallazgos demostraron que el tratamiento aplicado después de 48 horas redujo el cobre en un 95,15%, zinc en un 52,38%, la conductividad eléctrica a 664 $\mu$ S y se obtuvo un pH de 7,05. Los autores concluyeron que las hojas de café son efectivas significativamente en la eliminación de contaminantes, especialmente del cobre (28).

Altamirano, J. y Garcia, J. (2020), en su investigación denominada “Mejora de la calidad del efluente del lavado vehicular mediante la aplicación del carbón activado de *Coffea arabica*, Tarapoto 2020”, pretendieron optimizar las características del agua que resulta del lavado vehicular mediante la implementación de carbón activado teniendo como materia prima el café. Para lograr los objetivos se empleó una metodología aplicada y con un diseño causi-experimental. Los hallazgos demostraron que el tratamiento óptimo fue de 6gr de carbón activado+300 RPM de velocidad, el cual eliminó el 83,79% de DQO, 93,09% de SST, 96,12% de DBO y un 95,3% de AyG. Los autores concluyeron que el carbón activado a base de café optimiza significativamente la salubridad del efluente que se desprende del lavado vehicular, reduciendo ampliamente los factores fisicoquímicos (29).

Azaña, R. y Román, A. (2019) en su estudio “Almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo - Muelle Dársena, Callao 2019”, usaron la almohadilla de pluma de pollo para eliminar el petróleo crudo del agua. Se utilizó la metodología aplicada y el diseño experimental, teniendo tres tratamientos con 10 cm, 5 cm y 1 cm de plumas de pollo con tres repeticiones. Los hallazgos demostraron que la cantidad de retención de hidrocarburo fue de 5,75 g, mejorando las propiedades fisicoquímicas del agua: DBO de 3,63 mg/L, DQO de 12 mg/L, conductividad eléctrica de 12,98 mS/cm, turbiedad de 1,27 NTU. Se concluyó que las plumas de pollo son eficientes para reducir el petróleo para aguas de mar (30).

Marín, T.; Heredia, V. y Alcarraz, M. (2019), en su estudio “Filtro de cascarilla de *Ricinus communis* y carbón vegetal para tratamiento de agua contaminada con

hidrocarburos: diseño de un sistema en serie por etapas”, tuvieron como objetivo disminuir la contaminación del agua mediante filtros de carbón vegetal y hechos de cáscara de *Ricinus communis*. Se empleó la metodología de investigación aplicada-explicativa, y un siguiendo un diseño experimental, por lo cual realizaron un filtro con tres etapas (2 de cascarilla y 1 de carbón vegetal) a muestras de agua con 10% y 5% de diésel. Los resultados mostraron que para la muestra con 5% de diésel el vertido en el agua fue de 10-20 mg/L, y para la muestra de 10% de diésel su valor fue de 23 mg/L significando una remoción del 84,8%. Los autores concluyeron que el filtro de carbón vegetal y realizado a base de cáscara de *Ricinus communis* son eficaces para eliminar los hidrocarburos del agua contaminada (31).

### **2.1.3. Antecedentes locales/regionales**

Ccallohuanca, R. (2022), en su investigación titulada “Remoción de fosfatos presentes en aguas contaminadas con detergente utilizando el carbón activado de endocarpio de durazno (*Prunus persica*), Cusco 2022”, analizó la capacidad que tiene el carbón activo de piel de durazno para eliminar contaminantes. Se utilizó el método de tipo aplicado y se siguió un diseño experimental, que constó en pruebas de una solución de la combinación de fosfato de 1,96 mg/L y detergente de 30 mg/L con 11 repeticiones. Los resultados indicaron que el carbón activado a bases de durazno tuvo una remoción de fosfato de 78,33% (3,07 mg/g) y un pH de 8 en un tiempo de 30 minutos, con un tratamiento de agitación de 400 rpm. Se concluyó que el método de remoción es efectivo para eliminar los fosfatos del agua (32).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Coffea arábica**

El café arábico es la especie más sembrada a nivel global y responsable de casi el 60 % del total de la producción global de este elemento, es conocida por producir una bebida de alta calidad. A diferencia de otras especies dentro del género Coffea, *C. arábica* es autógama, lo que significa que sus flores tienen la capacidad de autofecundarse. Aunque existe la posibilidad de una polinización cruzada, esta ocurre solo en un máximo del 9 %, gracias a la relación con el polen de otras flores de plantas distintas. Esta capacidad de autofecundación se realiza debido a que esta especie es una planta tetraploide, lo que

significa que sus células poseen más cromosomas a comparación de las células somáticas normales (33).

#### **a. Taxonomía**

De acuerdo a la Fundación Charles Darwin (34), le corresponde la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino: Plantae
- Filo: Magnoliophyta
- Clase: Dicotyledoneae
- Orden: Gentianales
- Familia: Rubiaceae
- Género: Coffea
- Especie: *Coffea arábica*

#### **b. Características morfológicas**

*C. arábica* presenta una forma particular como se describe a continuación:

- Tallo: Presenta un solo tallo que tiene nudos y entrenudos, de los cuales solo se desarrollan hojas entre primeros 3 y 4 nudos. Su crecimiento vertical se da en el ápice del tallo, y el crecimiento lateral se produce en el ápice del tallo (35).
- Ramas: Su desarrollo marca el inicio del crecimiento de una planta de café. Las primeras ramas laterales emergen en el quinto nudo y se elongan y producen ramificaciones adicionales, denominadas secundarias y terciarias, las cuales suelen generar yemas vegetativas (35).
- Hojas: Las hojas son elípticas y opuestas, con un color inicial de bronce que se vuelve verde oscuro con la madurez. Carecen de pelos y tienen una capa cerosa en la parte superior. Su sistema de nervadura presenta un tipo reticulado, con 1 nervadura principal y de 9-12 nervaduras secundarias en cada lado. Los bordes son lisos y ligeramente ondulados (35).

- Flor: La flor del café presenta una estructura que incluye un cáliz, 5 estambres, una corola con 5 lóbulos y pistilo, que comprende el ovario, el estilo, el estigma y un cáliz. Dentro del ovario se desarrollan dos óvulos que, al ser fecundados, generan dos semillas de café (35).
- Fruto: Se caracteriza por ser una baya drupácea, compuesta por el exocarpio, la pulpa y el mesocarpio, además que contiene un líquido dulce que cubre los granos que se encuentran de frente. Se extrae la bebida de la almendra, y este está protegido por una película plateada y el pergamino (o endocarpio) que es duro pero frágil. Cuando el fruto madura, el endocarpio finalmente forma el pergamino de la semilla (35).

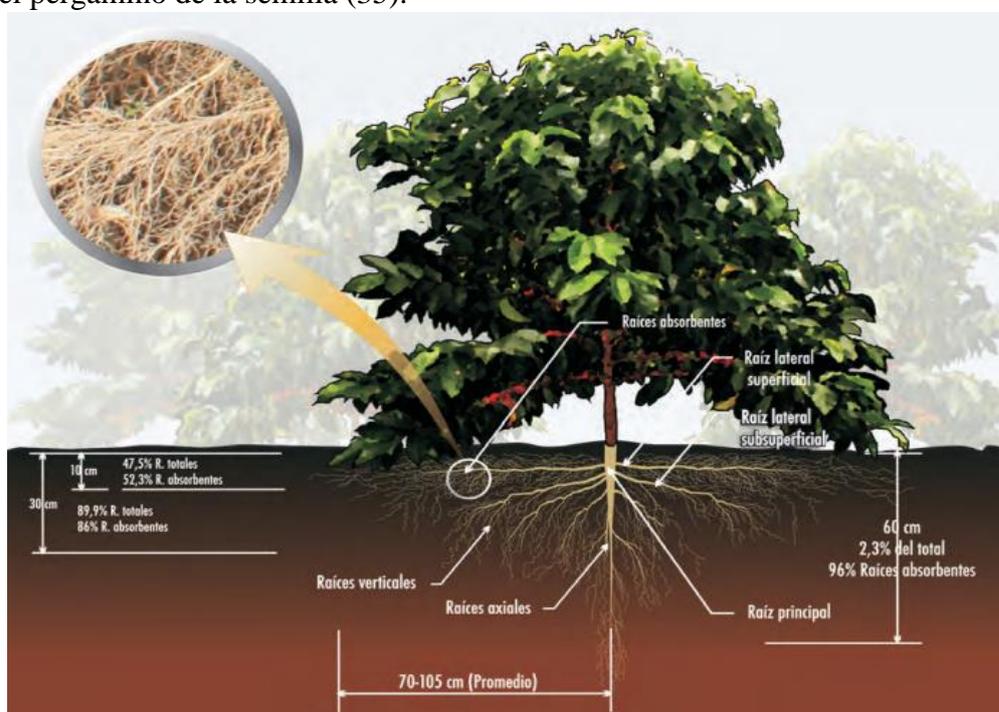


Figura 1. Morfología del café

Nota. Tomado de “Estructura y funcionamiento de la planta de café”, Flóres, C. et al. (36), 2013, Cenicafé, p. 128.

### c. Requerimientos climáticos

El cultivo de café requiere condiciones específicas de temperatura, precipitación y altitud para su óptimo desarrollo. La temperatura ideal se encuentra entre 10 °C y 32 °C, mientras que la precipitación anual debe estar entre 1400 y 2000 mm, con períodos secos para inducir la floración. La humedad relativa debe

mantenerse entre 60% y 75% para prevenir enfermedades. El cultivo se adapta a las altitudes de 600 hasta los 1800 msnm (37).

#### **d. Requerimientos de agua y suelo**

De manera general, los suelos de la selva cuentan con condiciones físicas favorables para la agricultura tropical, incluyendo adecuada profundidad, textura y estructura. Es esencial tener en cuenta aspectos químicos como el pH, minerales como el fósforo, magnesio, calcio, nitrógeno y potasio; y la materia orgánica que debe tener entre el 2% y el 4%, mientras que el rango ideal de pH oscila entre 4.5 y 5.5. En cuanto al relieve y la topografía, estos suelos presentan pendientes que varían desde el 30% hasta más del 80%, con elevaciones que van desde los 800 hasta los 2600 msnm (38).

#### **e. Distribución**

Principalmente la especie se encuentra distribuida en Perú, Brasil, Centroamérica y Colombia, siendo la especie más comúnmente cultivada. La distribución dentro del país se enfoca en los departamentos de Junín, Pasco, Cajamarca, San Martín, Huánuco, Ucayali, Amazonas y Cusco (39).

### **2.2.2. Agua**

El agua, que constituye aproximadamente el 70% del total de la superficie terrestre y está presente en lagos, ríos, océanos, suelo y atmósfera, es esencial para la vida. Sus propiedades únicas la convierten en un componente indispensable, actuando como solvente y reactivo esencial en procesos metabólicos diversos. A través de su movimiento dinámico, el agua moldea el paisaje y tiene un impacto significativo en el clima (40).

Asimismo, este elemento es vital para la vida, comparable en importancia al aire, la luz y los alimentos. Su escasez no solo amenazaría nuestras necesidades básicas, sino que también tendría graves consecuencias en la agricultura, la industria y el equilibrio ecológico mundial (41).

Además, su fragilidad destaca la necesidad de conservar los ecosistemas que la sostienen. Es crucial promover la investigación y tecnologías innovadoras para una

gestión eficiente del agua, garantizando así la seguridad hídrica y el progreso a largo plazo (42).

#### **a. Contaminantes del agua**

El agua es contaminada por componentes orgánicos que ejercen un impacto significativo al agotar el oxígeno disuelto, lo que resulta en un aumento en la demanda química y bioquímica de oxígeno provocando la hipertrofización del agua y representando una amenaza para la vida acuática. Estos contaminantes, predominantemente de naturaleza ácida, comprenden compuestos como carboxílicos, ácidos sulfónicos y fenólicos. Las actividades industriales, que incluyen sectores como la minería, acabado de metales, metalurgia, industria automotriz generan descargas continuas de aguas con altas concentraciones de iones metálicos. Estos metales pesados, aun en concentraciones mínimas, pueden ocasionar daños en animales, plantas y seres humanos por la cadena alimentaria (43).

### **2.2.3. Gasolina**

#### **a. Obtención de la gasolina**

La gasolina se produce mediante un proceso de destilación fraccionada del petróleo. En esta técnica, los componentes más volátiles del crudo, como metano, etano, propano, butano e isobutano, se destilan primero hasta alcanzar aproximadamente 20 °C, lo que resulta en la obtención de nafta ligera (20 °C - 150 °C). Esta fracción, también conocida como gasolina ligera o ligroína, puede someterse a una destilación adicional para obtener una mezcla ligera de hidrocarburos denominada éter de petróleo. Mediante un proceso de redestilación, se puede obtener hexano comercial en el rango de 55 °C a 65 °C, ampliamente utilizado en química orgánica y en la industria de los aceites como disolvente. La porción restante de nafta ligera se utiliza para producir gasolinas, aunque su bajo índice de octano (alrededor de 70 octanos) requiere procesos adicionales como craqueo y reformado catalítico para aumentar su capacidad antidetonante a niveles comerciales (45).

Una fracción adicional obtenida por destilación entre 150 °C y 200 °C produce nafta pesada, que debe ser sometida a reformado catalítico para modificar su composición y mejorar su índice de octano (45). Estas son conocidas como gasolinas de destilación directa. Alternativamente, estos combustibles también pueden obtenerse a partir de fracciones pesadas del petróleo mediante craqueo térmico o catalítico de hidrocarburos con mayor peso molecular. Este enfoque es crucial dado que la demanda de gasolina en el mercado supera significativamente la cantidad de petróleo naturalmente producido en este combustible, que generalmente oscila entre el 10% y el 30%. Por lo tanto, se emplean métodos que permiten la producción de hidrocarburos con cadenas carbonadas que van de 5 a 10 carbonos, típicamente presentes en las gasolinas (47).

#### **b. Composición química de las gasolinas**

A nivel molecular, las gasolinas están compuestas por una amplia variedad de compuestos que se pueden clasificar estructuralmente en cuatro categorías principales: parafinas, olefinas, cicloparafinas y compuestos aromáticos. La fracción aromática de la gasolina está predominantemente compuesta por benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos, conocidos coloquialmente como BTEX. Además, pueden incluir compuestos oxigenados como alcoholes y éteres. Además, se incorporan varios aditivos a la composición del combustible, presentes en concentraciones mínimas del orden de partes por millón (ppm), que desempeñan funciones diversas como mejorar el índice de octano, prevenir la oxidación y optimizar el proceso de combustión. A continuación, se ofrecerá una breve descripción de cada uno de estos grupos de compuestos (47).

#### **c. Gasolina de 90 octanos**

Este elemento es una mezcla de componentes ligeros del petróleo, que carece de impurezas como agua y materia sólida en suspensión, y su uso principal es el de ser combustible para motores de combustión interna con encendido por chispa (19).

Este es una combinación compleja de hidrocarburos que incluye cadenas carbonadas que van desde 5 hasta 12 átomos de carbono (C5 - C12), con hasta un 25% de olefinas en volumen y una proporción de aromáticos de hasta un 45% (44).

#### d. Características de la gasolina de 90 octanos

Tabla 2.

*Características según la NTP 321.090:1984*

Característica	Especificación
Apariencia	Transparente
Color	Amarillo claro
Presión de vapor Reid, kPa (lb/pulg <sup>2</sup> o psi), máx.	83 (12)
Número de octano Research, mín.	90
Destilación	-
10% a °C (°F), máx.	70 (158)
50% a °C (°F), máx.	140 (284)
90% a °C (°F), máx.	200 (392)
Estabilidad a la oxidación en min.	240
Estabilidad a la oxidación en min.	5
Punto final de ebullición a °C (°F)	221 (430)
Azufre % en masa, máx.	0,20
Residuo % en volumen, máx.	2
Corrosión lámina de cobre, 50 °C, 3 h, N°	1
Plomo (elemento) g/l, máx.	0,013

*Nota.* Tomado de “Resolución Jefatural N°099-2019-PERU COMPRAS”, Central de compras públicas-PERÚ COMPRAS (19), 2019, p. 5.

#### e. Peligros de la gasolina de 90 octanos

Tabla 3.

*Tipos de peligros*

Peligros	Descripción
Peligros físicos	Se clasifica como un líquido inflamable de Cat. 1. Causa irritación cutánea o corrosión, siendo clasificado en la Cat. 2. Exhibe mutagenicidad en las células germinales, categorizado como Cat. 1B.
Peligros para la salud	Se considera carcinogénico de Cat. 1B. Es tóxico para la reproducción, clasificado en la Cat. 2. Presenta toxicidad en los órganos con exposición única, de Cat. 3. Representa un peligro por aspiración, de Cat. 1.

---

Peligros para el medio ambiente	Se considera un riesgo crónico para los ecosistemas acuáticos, de Cat. 2.
---------------------------------	---

---

*Nota.* Adaptado de “Ficha de datos de seguridad: Gasolina de 90 octanos”, Petroperú (44), 2019, p.1.

#### **2.2.4. Técnicas para la eliminación de contaminantes del agua**

##### **a. Biopolímeros**

Los biopolímeros son de interés en la industria debido a su capacidad para disminuir las concentraciones de iones metálicos de transición hasta niveles extremadamente bajos. Además, son fácilmente obtenibles y considerados seguros para el medio ambiente. Estos polímeros contienen diversos grupos como aminas e hidroxilos, que mejoran su eficacia en la absorción de iones metálicos (46).

##### **b. Ultrafiltración**

La ultrafiltración es un proceso de separación que emplea membranas permeables con poros de tamaño nanométrico (5 a 20 nm) y selectividad basada en el peso molecular (1000 a 100 000 Da) para retener metales pesados y macromoléculas, permitiendo el paso de agua y solutos de menor peso molecular (46).

##### **c. Fitorremediación**

Se define como un proceso que utiliza plantas y microorganismos presentes en el suelo para la mejora de las cantidades y efectos adversos de los elementos contaminantes en los ecosistemas. Es una técnica moderna y ambientalmente amigable, que se considera eficiente y viable, impulsada principalmente por la energía solar y bien aceptada por la sociedad (48).

##### **d. Adsorción**

Proceso por el cual las partículas, iones o moléculas son retenidos o atrapados en la parte superior del material debido a la correlación que existen como es de las fuerzas de van der Waals. En este proceso, el adsorbato es la sustancia que va ser retenida, mientras que el material que actúa como receptor se llama adsorbente o

sustrato. La adsorción puede ser de naturaleza química o física, y su objetivo principal en procesos de remoción es evitar la transformación o degradación de las moléculas, previniendo así el origen de algunos elementos que sean más tóxicos y reactivos que el compuesto original (43).

La técnica ofrece diversos beneficios, como propiedad de eliminación de diversos contaminantes y su velocidad de acción rápida. Se emplean diversos materiales biológicos, como bacterias, algas, levaduras y hongos, debido a su eficacia, bajo costo y disponibilidad abundante (48).

- Adsorción física: Es primordialmente originada por electrostática que se presentan entre moléculas del elemento a absorber y los átomos del material utilizado para la adsorción (49).
- Adsorción química: Se da por la interacción entre la sustancia contaminante y el sólido. Un aspecto esencial de este fenómeno es que, una vez que la superficie se ha recubierto con un manto monomolecular de moléculas del material absorbido, queda saturada y cualquier adsorción sobre esta capa generalmente es débil (49).
- Adsorción por intercambio iónico: Implica la concentración de iones de la sustancia en una superficie debido a la atracción electrostática hacia regiones superficiales cargadas eléctricamente (49).

### **2.2.5. Normativa ambiental**

#### **a. Ley de recursos hídricos: Ley N° 29338**

El objetivo es regular tanto el uso como la gestión coordinada del agua, tanto por parte del Estado como por parte de los particulares, incluidos los activos asociados a este recurso. La ley promueve una gestión sostenible de los cuerpos de agua para lograr una correcta sostenibilidad en la administración de cuencas hidrográficas y acuíferos. Esto se lleva a cabo con el propósito de conservar y aumentar la disponibilidad del agua, así como de garantizar la protección de su calidad, al mismo tiempo que fomenta una nueva cultura en torno al uso responsable del agua (42).

## b. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) se emplea para la evaluación de las características biológicas, físicas y químicas en el aire, suelo y agua, con el fin de garantizar que en su estado natural no presenten una amenaza para la calidad de vida de la población ni de los ecosistemas. El ECA del agua, es un instrumento que se utiliza para analizar todos los parámetros físicos, químicos y biológicos del recurso hídrico, este ayuda a la determinación de su calidad y uso, teniendo en cuenta su valor intrínseco. En otros términos, el ECA evalúa los contenidos de las sustancias nocivas que afectan el agua, y es esencial resaltar que deben cumplir con el límite establecido de acuerdo al consumo y las características específicas del agua (50). La Tabla 4 exhibe el ECA de la categoría 3, que se empleará en la investigación.

Tabla 4.

*ECA Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales*

<b>C3: Riego de vegetales y bebidas de animales</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>D1: Riego de vegetales</b>	<b>D2: Bebida de animales</b>
<b>Físicos-Químicos</b>			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Conductividad eléctrica	( $\mu$ S/cm)	2500	5000
Potencial de Hidrógeno	Unidad de pH	6.5 – 8.5	6.5 – 8.4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15	15

*Nota.* Adaptado de “Estándares de Calidad Ambiental (ECA)”, MINAM (50), p. 16.

### 2.2.6. Definición de términos básicos

- a. **Adsorción.** Proceso donde las partículas, iones y moléculas son retenidos o atrapados sobre la superficie de un material debido a interacciones débiles (43).
- b. **Agua.** Componente que representa el 70% del total de la superficie terrestre y se está presente en lagos, suelo, océanos, ríos y atmósfera (40).
- c. **Coffea arabica.** Especie ampliamente distribuida a nivel mundial y conocida por producir una bebida de alta calidad (33).

- d. Conductividad eléctrica.** Es la propiedad por la cual un material puede conducir corriente eléctrica, en oposición a la resistencia eléctrica (51).
- e. Demanda bioquímica de oxígeno.** Indicador clave de la salubridad del agua y proporciona información sobre la presencia de carbono orgánico biodegradable (52).
- f. Demanda química de oxígeno.** Evaluación de la suma total de la materia orgánica y compuestos químicos susceptibles de oxidación en una muestra de agua (51).
- g. ECA.** Es el estándar que evalúa las características biológicas, físicas y químicas en el aire, agua y suelo (50).
- h. Gasolina de 90 octanos.** Mezcla de componentes ligeros del petróleo, que carece de impurezas como agua y materia sólida en suspensión (19).
- i. pH.** Esta propiedad facilita la evaluación de la acidez en el agua y está estrechamente ligada al nivel de iones hidronio presentes en la solución acuosa (51).
- j. Sólidos disueltos totales.** Totalidad de iones disueltos, expresada en mg/l, g/m<sup>3</sup> o ppm, siendo un parámetro crucial de la calidad del agua (51).

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Método y alcance de la investigación**

#### **3.1.1. Método general**

El método científico se fundamenta en técnicas y procesos organizados que son fundamentales para el avance del conocimiento en el ámbito científico. Este método se presenta como un marco de trabajo o una secuencia lógica que respalda la investigación científica (53). En este sentido, la investigación se desarrolló siguiendo este método, utilizando procedimientos meticulosos con el propósito de generar nuevos conocimientos a través del empleo de la cáscara de *C. arabica* para eliminar la gasolina de 90 octanos del agua.

#### **3.1.2. Alcance de la investigación**

El alcance explicativo se enfoca en proporcionar respuestas sobre las razones y condiciones que causan eventos y fenómenos, tanto en el ámbito social y físico; es decir, su objetivo es explicar por qué ocurre una situación o por qué existen correlaciones entre variables (54). Por lo tanto, este alcance se aplicó en el estudio para examinar los cambios en los parámetros fisicoquímicos después de la adsorción utilizando la especie *C. arabica*, con el objetivo de evaluar su eficacia en la mejora del agua contaminada.

### **3.2. Tipo de investigación**

La investigación aplicada pretende dar solución a problemas prácticos y aplicar directamente los hallazgos para mejorar situaciones reales en diversos campos; su objetivo es generar conocimientos que puedan tener un impacto positivo y tangible en la sociedad (55). Por lo tanto, este estudio se ajustó a esta modalidad, utilizando fundamentos prácticos para reducir la presencia de gasolina de 90 octanos en el agua mediante el uso de cáscaras de café. Esto resulta en la obtención de resultados que apoyan de manera efectiva los propósitos del estudio, ofreciendo una alternativa para la optimización de la calidad del agua, beneficiando así a la sociedad y al medio ambiente.

### 3.3. Diseño de la investigación

El diseño experimental preprueba/posprueba implica la evaluación de un grupo antes y después de aplicar un estímulo o tratamiento experimental. Este enfoque proporciona datos sobre cómo cambian las variables dependientes como resultado del tratamiento, permitiendo seguir de cerca el progreso del grupo durante el estudio (54). Por lo tanto, en esta investigación se realizó una evaluación inicial del agua contaminada para establecer un punto de referencia sobre su nivel de contaminación por hidrocarburos. Luego, se administró el tratamiento experimental mediante la adición de cáscaras de café, seguido de una evaluación posterior para medir los efectos del tratamiento. El diseño se desarrolló de la siguiente manera

$$\mathbf{G: O_1 - X - O_2}$$

Siendo:

O<sub>1</sub> = Pre-prueba del agua contaminada por gasolina de 90 octanos

X = Tratamiento con cáscara de café

O<sub>2</sub> = Post-prueba del agua contaminada por gasolina de 90 octanos

Cabe resaltar, que se contó con tres tratamientos y con tres repeticiones de cada uno, tal como se exhibe en la Tabla 5.

Tabla 5.

Diagrama del diseño experimental

Repeticiones	Tratamiento		
	T1	T2	T3
1	T11	T21	T31
2	T12	T22	T32
3	T13	T23	T33

### **3.4. Población y muestra**

#### **3.4.1. Población**

En este estudio, la población investigada fue el agua del humedal, que permanece casi constante debido al flujo continuo del efluente noreste, el cual desemboca en el río Huatanay. El volumen de agua almacenado en el humedal es de 1'808,428.81 m<sup>3</sup> (56).(54)

#### **3.4.2. Muestra**

La muestra fue la combinación de 180 litros de agua del humedal Lucre-Huacarpay (**Figura 2**) y 45 litros de gasolina de 90 octanos. Ambas muestras fueron definidas mediante un método de muestreo no probabilístico a conveniencia del investigador, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos. Asimismo, se tuvo en consideración el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales según la Resolución Jefatural N°010-2016-ANA (55). Es importante mencionar que el tipo de muestra utilizada fue una muestra compuesta, que es el resultado de la mezcla homogeneizada de las 12 muestras realizadas en todo el humedal, lo cual permitió recolectar 180 litros de agua.

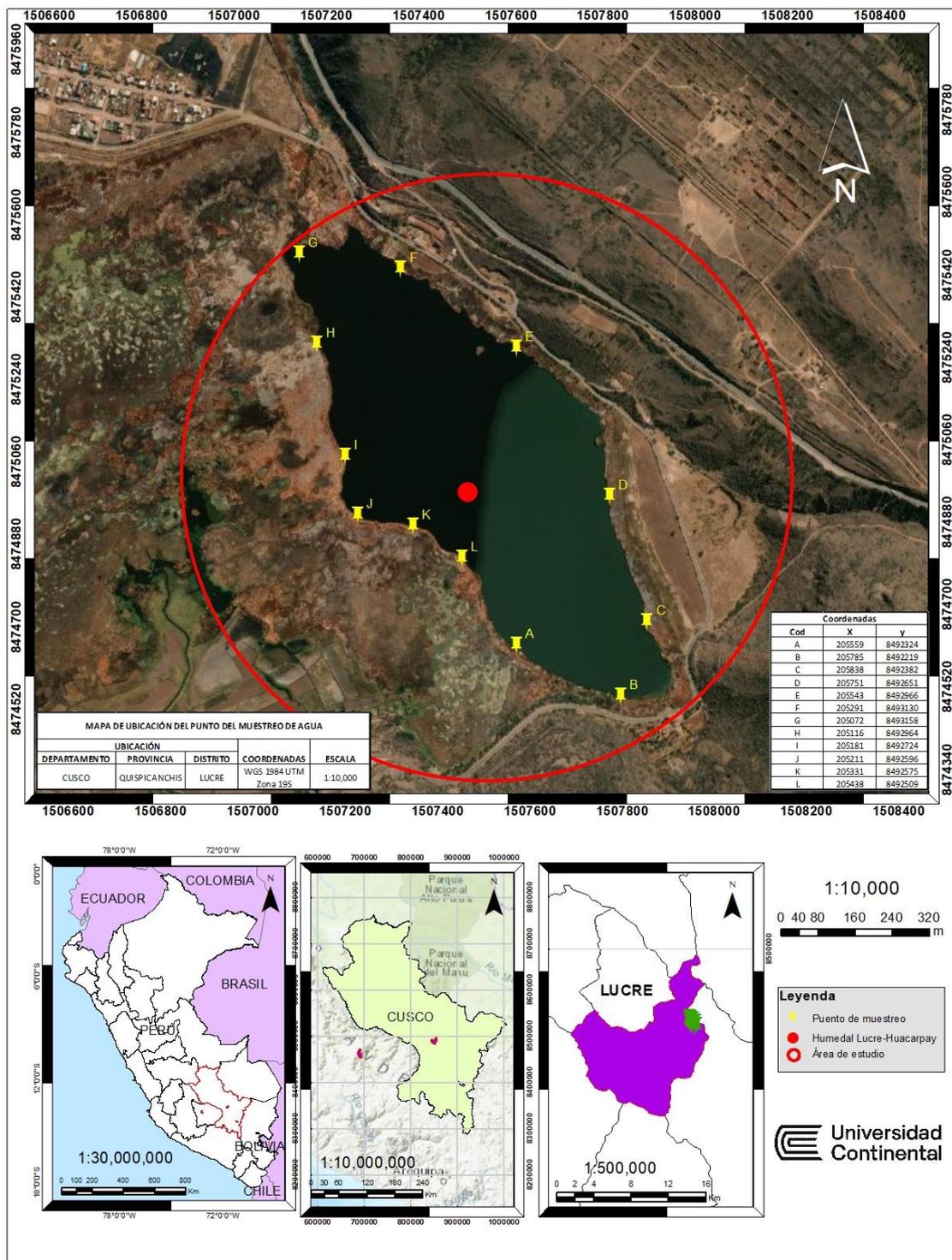


Figura 2. Mapa de ubicación del punto de muestreo del agua

### 3.5. Procedimientos

#### 3.5.1. Etapa de pre campo

Se revisó información bibliográfica acerca de estudios anteriores acerca del empleo de cáscara de café como bioadsorbente.

Se obtuvieron los elementos de seguridad personal e instrumentos necesarios para la recolección y preparación de los materiales para la investigación.

#### 3.5.2. Etapa de Campo

##### a. Elaboración de las peceras y almohadillas

- Se fabricó nueve peceras con medidas de 0.45 m de largo, 0.40 m de ancho y 0.20 m de alto.



*Figura 3.* Elaboración de peceras

- Posteriormente, se elaboró nueve almohadillas con tela de tocuyo con medidas de 0,30 m de largo y 0,20 de ancho, y fueron pesadas.



*Figura 4.* Elaboración de almohadillas

**b. Recolección de la gasolina de 90 octanos y cáscara de café**

- La gasolina de 90 octanos fue adquirida de una estación de servicios.
- Se recolectó 30 kg de cáscara de café que era parte del residuo desechable de una empresa procesadora de café.



*Figura 5.* Cáscara de café recolectada

- Se tomó una muestra en un frasco, este fue enviado al laboratorio para su análisis fisicoquímico de la cáscara de café. Este se convirtió en la muestra testigo para realizar la comparación entre los datos resultantes después de la implementación de los tratamientos.

- Luego se procedió a secar la cáscara de café a una temperatura ambiente en sombra, durante 20 días.

**c. Aplicación del tratamiento de la cáscara de café**

- Primero, se tomó una muestra puntual del agua del Humedal Lucre-Huacarpay, este fue enviado al laboratorio para la obtención de la caracterización fisicoquímica del agua sin contaminar con gasolina de 90; el cual sirvió para la comparación con los resultados después de aplicar los tratamientos.
- Seguidamente, se procedió a llenar las nueve peceras con 20 litros de agua y 5 litros de gasolina de 90 octanos, de forma homogénea. La elección de las cantidades fue de acuerdo al criterio del investigador.



*Figura 6.* Mezcla de agua y gasolina de 90 octanos

- Se realizó la toma de una muestra del agua contaminada sintética para ser enviado al laboratorio y analizar sus propiedades fisicoquímicas.
- Seguido de ellos se trajo las cascara del café del distrito de Santa Ana, tal como se aprecia en el mapa, Figura 7.

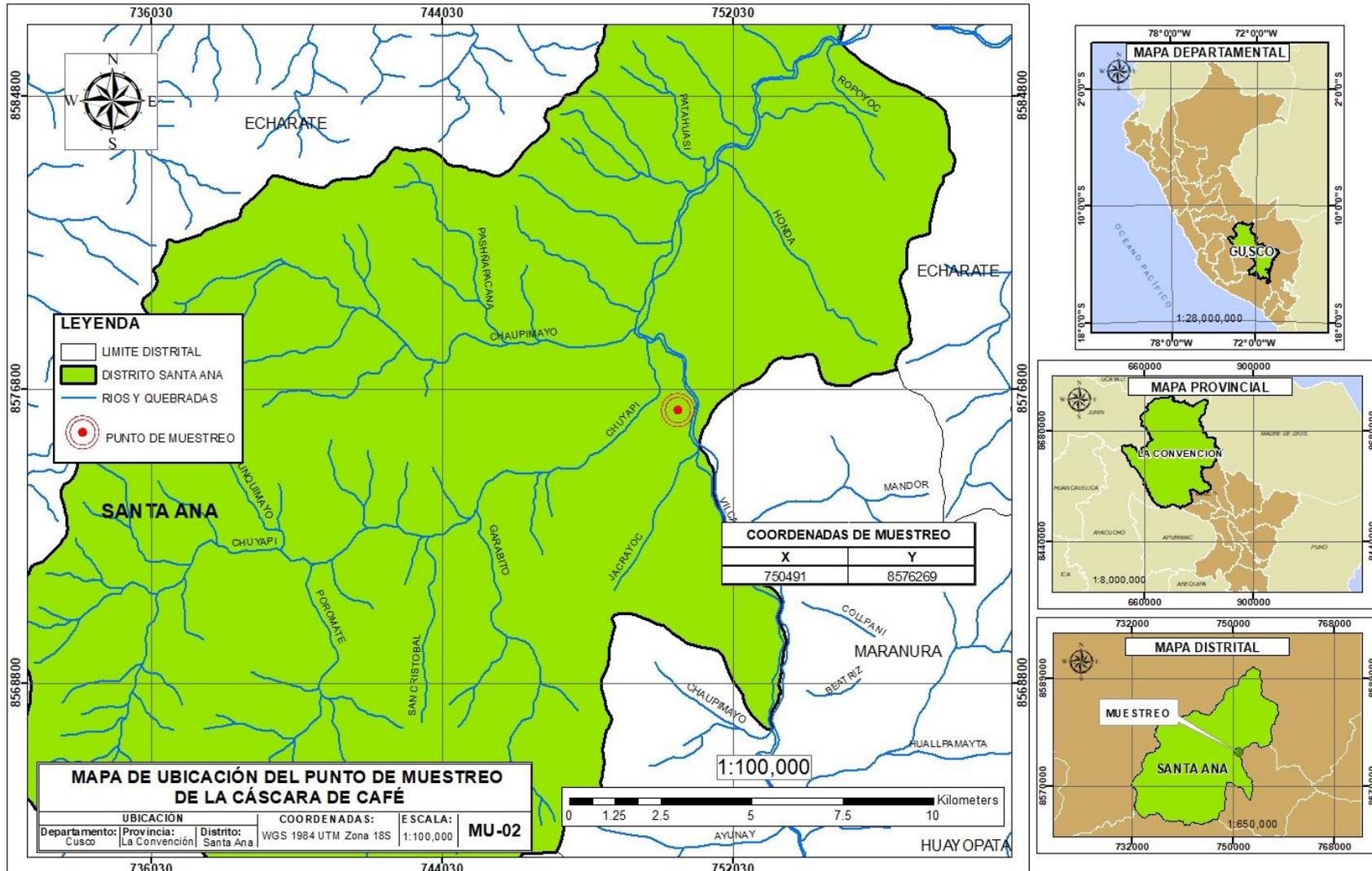


Figura 7. Mapa de ubicación del punto de muestreo de la cáscara de café

- Luego, a cada pecera que contenía agua contaminada se le añadió una almohadilla diferente obteniendo así los tres tratamientos aplicados; estos se detallan en la Tabla 6. Los tratamientos fueron propuestos en base a los antecedentes del estudio.

Tabla 6.

Tratamientos de experimentación

Dosis	Tratamiento	Cantidades
	T1	160 gramos de cáscara de café + 5 litro de gasolina 90 octanos + 20 litros de agua
	T2	190 gramos de cáscara de café + 5 litro de gasolina 90 octanos + 20 litros de agua
	T3	220 gramos de cáscara de café + 5 litro de gasolina 90 octanos + 20 litros de agua



Figura 8. Adición de la almohadilla en agua contaminada

### 3.5.3. Etapa de post-campo

- Después de ser aplicado los tratamientos, el agua resultante y las cáscaras de café fueron enviados al laboratorio para su análisis de sus propiedades fisicoquímicas. Se utilizó refrigerantes para mantener mejor las muestras.



*Figura 9. Muestra de agua tratada*

- b.** Por último, los datos recopilados desde el inicio del experimento fueron analizados para determinar el potencial de la especie en la adsorción de gasolina de 90 octanos.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnica de recolección de datos**

La técnica de observación se basa en la exploración legítima, sistemática y discreta de situaciones y comportamientos visibles, lo cual requiere el uso de un sistema estructurado en categorías y subcategorías para documentar los datos con precisión (54). Por tanto, en este estudio se empleó esta técnica para registrar todas las incidencias y cambios que ocurrieron antes, durante y después del tratamiento del agua contaminada con gasolina de 90 octanos.

#### **3.6.2. Instrumento de recolección de datos**

La ficha de observación constituye un recurso que habilita al investigador para enfocar de manera sistemática su atención en el objeto genuino de estudio durante la investigación. Además, desempeña una función esencial al facilitar la recopilación y obtención de datos relacionados con un hecho o fenómeno específico (57). Por lo tanto,

en este estudio se empleó este instrumento con el fin de registrar todos los datos relevantes sobre los parámetros químicos y físicos antes, durante y después de la adsorción del agua: conductividad eléctrica, DBO<sub>5</sub>, DQO, pH, SST y gasolina de 90 octanos; además de las características de la especie *C. arabica*: adsorción de humedad, porosidad y densidad de la cáscara. El propósito fue ampliar el conocimiento sobre los efectos de la especie bajo estudio y detectar cualquier cambio significativo que pudiera ocurrir durante cada tratamiento.

### **3.7. Análisis de datos**

Concluida la recopilación de información, se realizó el análisis e interpretación utilizando herramientas como SPSS y EXCEL, y se aplicó la prueba de ANOVA. Estas herramientas permitieron identificar discrepancias significativas en las medias y varianzas entre los diferentes grupos de datos (54). La prueba de ANOVA se empleó para investigar posibles diferencias estadísticamente relevantes entre los parámetros químicos, físicos y la concentración de gasolina de 90 octanos en el agua, antes y después de la aplicación de los tratamientos con diferentes dosis de cáscara de café.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Resultados descriptivos

Tabla 7.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
pH	15	6.52	6.63	6.587	0.039
Conductividad eléctrica (uS/cm)	15	33.00	77.00	51.467	9
DBO5 (mg/L)	15	22.00	29.00	25.800	2.367
DQO (mg/L)	15	45.00	52.00	49.067	2.251
ST (mg/L)	15	100.00	150.00	128.000	16.124
Gasolina (mg/L)	15	.01	3678.15	2482.040	1357.940
Peso final de la cáscara (g)	15	.00	3678.15	1790.789	1564.861
Capacidad de adsorción (%)	12	.00	81.05	51.577	31.967
N válido (por lista)	12				

**Interpretación:** De acuerdo con los datos presentados en la **Tabla 7**, revelan una variedad de mediciones relacionadas con la calidad del agua o la evaluación de muestras ambientales. Se observa que el pH de las muestras varía de 6.52 a 6.63, con una media de 6.587 y una desviación estándar de 0.039, lo que sugiere una ligera acidez cercana a la neutralidad. La conductividad eléctrica fluctúa entre 33 y 77 uS/cm, con una media de 51.467 y una desviación estándar de 13.098, indicando una posible presencia de iones disueltos. Los valores de DBO<sub>5</sub> oscilan entre 22 y 29 mg/L, con una media de 25.80 y una desviación estándar de 2.367, sugiriendo una contaminación orgánica. De manera similar, los valores de DQO van desde 45 hasta 52mg/L, con una media de 49.067 y una desviación estándar de 2.251, corroborando la presencia de contaminantes. La concentración de sólidos totales varía entre 100 y 150 mg/L, con una media de 128 y una desviación estándar de 16.125, indicando una posible contaminación adicional. Los valores de gasolina van desde 0.01 hasta 3678.15 mg/L, con una media de 2482.04 y una desviación estándar de 1357.94, señalando

contaminación por hidrocarburos. La capacidad de adsorción presenta una media de 51.577 y una desviación estándar de 31.967.

#### 4.1.2. Características fisicoquímicas y orgánicas del agua antes y después del tratamiento

Tabla 8.

*Resumen de la caracterización fisicoquímica y orgánica del agua sin contaminación*

Caracterización fisicoquímica del agua natural							
Muestra	Repeticiones	pH	Conductividad eléctrica μS / cm	DBO <sub>5</sub> mg/L	DQO mg/L	Sólidos totales mg/L	Gasolina de 90 octanos mg/L
1	1	6.61	44	25	47	150	0.01

**Interpretación:** De acuerdo con los datos presentados en la **Tabla 8**, el pH de la muestra es de 6.61, lo que indica que es ligeramente ácida pero cercana a la neutralidad. La conductividad eléctrica es de 44 μS/cm, lo que sugiere una baja presencia de iones disueltos en el agua. La DBO<sub>5</sub> es de 25 mg/L, lo que indica una cantidad moderada de materia orgánica presente en el agua, pero no excesiva. La DQO es de 47 mg/l, lo que sugiere una cantidad moderada de compuestos químicos oxidables presentes en el agua. Los sólidos totales en la muestra son de 150 mg/L, lo que indica una concentración moderada de sólidos disueltos y suspendidos. La presencia de gasolina de 90 octanos es mínima (**nafta de la gasolina**), con una concentración de 0.01 mg/L, lo que sugiere una baja contaminación por hidrocarburos en esta muestra de agua.

Tabla 9.

*Resumen de la caracterización fisicoquímica y orgánica del agua contaminada con gasolina de 90 octanos*

Caracterización fisicoquímica del agua antes del tratamiento							
Muestra	Repeticiones	pH	Conductividad eléctrica μS/cm	DBO <sub>5</sub> mg/L	DQO mg/L	Sólidos totales ng/L	Gasolina de 90 octanos mg/L
1	1	6.63	33	29	52	120	3456.245

**Interpretación:** Según la Tabla 9, el pH de la muestra es de 6.63, indicando una ligera acidez cercana a la neutralidad. La conductividad eléctrica es de 33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que sugiere una baja presencia de iones disueltos en el agua. La DBO<sub>5</sub> es de 29 mg/L, lo que indica una moderada carga de materia orgánica en el agua. La DQO es de 52 mg/L, señalando la presencia de compuestos químicos oxidables en la muestra. Los sólidos totales presentes son de 120 mg/L, sugiriendo una concentración moderada de sólidos disueltos y suspendidos. La presencia de gasolina de 90 octanos es significativa, con una concentración de 3456.245 mg/L, indicando una alta contaminación por hidrocarburos en esta muestra de agua.

#### 4.1.3. Características fisicoquímicas y orgánicas del agua contaminada por gasolina de 90 octanos después del tratamiento con la especie *C. arabica* (cáscara de café)

##### a. Evaluación del pH

Tabla 10.

*Resultados del pH para los diferentes tratamientos*

Repeticiones	Dosis de cáscara de café (g)				
	ST1	ST2	TC160	TC190	TC220
1	6.61	6.63	6.55	6.58	6.59
2	6.61	6.63	6.6	6.53	6.52
3	6.61	6.63	6.53	6.57	6.62

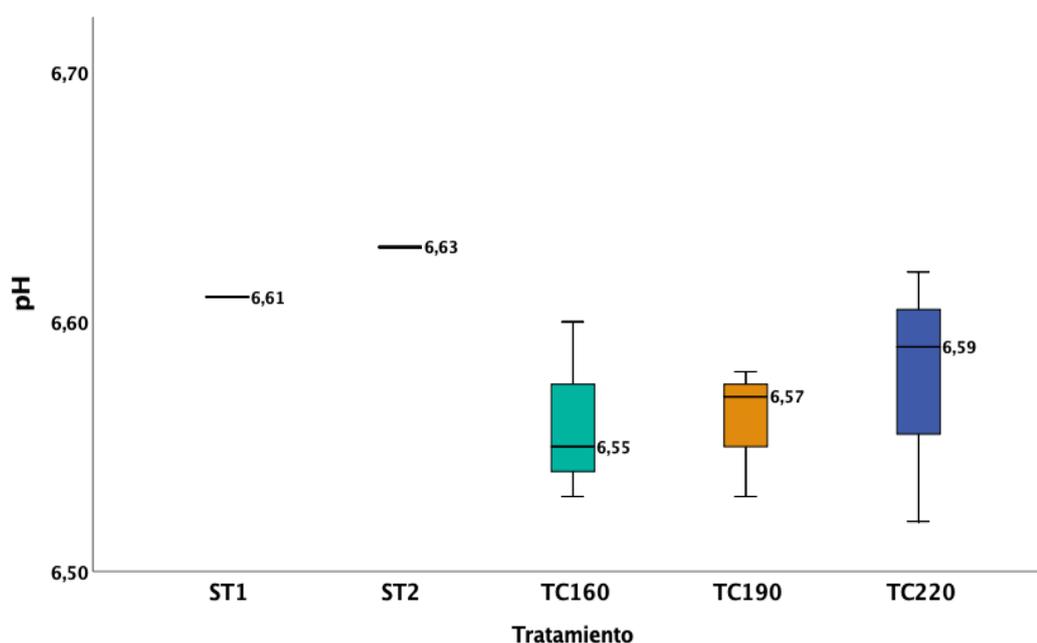


Figura 10. Media del pH por dosis de cáscara de café

**Interpretación:** De acuerdo con los datos presentados en la **Tabla 10** y la **Figura 10**, se evidencia cómo los promedios de los valores de pH para cada tratamiento ofrecen una comprensión más clara de cómo la dosis de cáscara de café puede incidir en el pH del medio. Se observa que las muestras sin tratamiento, ST1 y ST2, muestran promedios de pH muy similares, con valores de 6.61 y 6.63 respectivamente. Por otro lado, el tratamiento con TC220 exhibe un pH mayor en comparación con los demás tratamientos. Además, se nota una tendencia al aumento del pH a medida que se incrementa la cantidad de cáscara de café añadida.

Tabla 11.  
Prueba ANOVA del pH

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	.012	4	.003	3.191	.062
Intra grupos	.009	10	.001		
Total (Corr.)	.021	14			

Tabla 12.

*Prueba de Tukey pH*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
TC160	3	6.5600
TC190	3	6.5600
TC220	3	6.5767
ST1	3	6.6100
ST2	3	6.6300
Sig.		.104

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

**Interpretación:** Según la **Tabla 11** y la **Tabla 12**, se aprecia que, la prueba ANOVA sugiere que hay una tendencia hacia diferencias significativas en los niveles de pH entre los tratamientos, pero no alcanza un nivel de significancia estadística convencional ( $p = 0.062$ ). Por otro lado, la prueba de Tukey indica que las diferencias observadas en las medias de pH entre los tratamientos no son lo suficientemente grandes como para ser consideradas estadísticamente significativas ( $p = 0.104$ ). En definitiva, se aprecia que no hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

**b. Evaluación de la conductividad eléctrica**

Tabla 13.

*Resultados de conductividad eléctrica (uS/cm) para cada tratamiento*

Repeticiones	Dosis de cáscara de café (g)				
	ST1	ST2	TC160	TC190	TC220
1	44	33	52	65	50
2	44	33	62	60	55
3	44	33	77	56	64

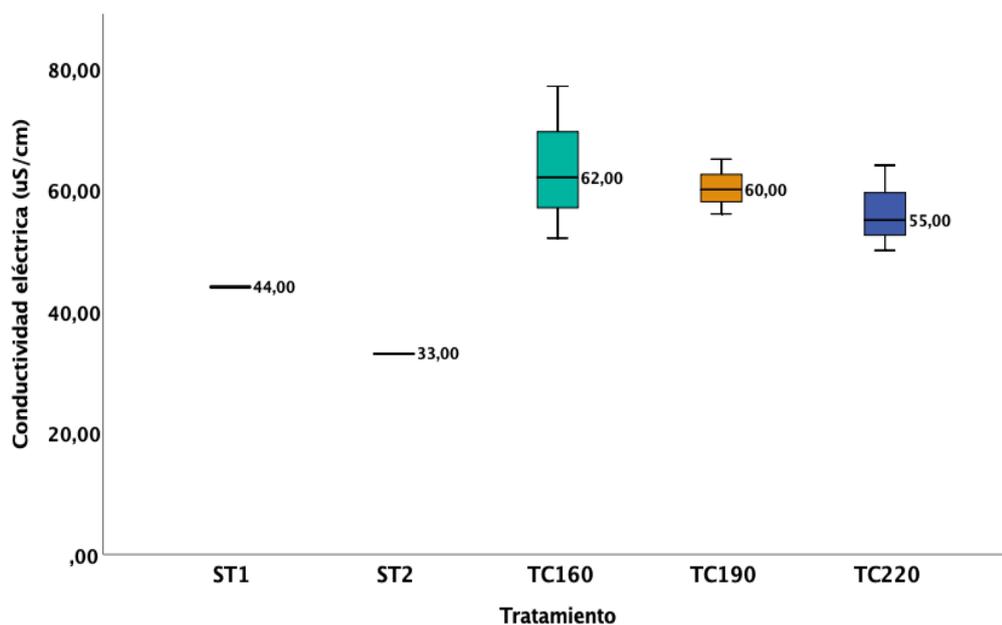


Figura 11. Medias de conductividad eléctrica por dosis de cáscara de café

**Interpretación:** De acuerdo con **Tabla 13** y la **Figura 11** el tratamiento con 160 g de cáscara de café mostró el valor más alto en conductividad eléctrica. Además, se observa que el tratamiento con 220 g de cáscara de café registró el valor más bajo en comparación con los demás tratamientos (55 uS/cm). Es importante destacar que la conductividad eléctrica aumentó en todos los tratamientos en comparación con las muestras que no recibieron tratamiento.

Tabla 14.

*ANOVA de la conductividad eléctrica*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1943.733	4	485.933	10.610	.001
Intra grupos	458.000	10	45.800		
Total (Corr.)	2401.733	14			

Tabla 15.

*Prueba de Tukey de la conductividad eléctrica*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
ST2	3	33.0000		
ST1	3	44.0000	44.0000	
TC220	3		56.3333	56.3333
TC190	3		60.3333	60.3333
TC160	3			63.6667

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

**Interpretación:** Según la **Tabla 14** y la **Tabla 15**, se aprecia que, la prueba ANOVA de la conductividad eléctrica, revela una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, con un valor p de 0.001, lo que sugiere que al menos un tratamiento tiene un efecto significativo en la conductividad eléctrica. Por otro lado, la prueba de Tukey indica que, aunque hay diferencias en las medias de conductividad eléctrica entre los tratamientos. Esto diferencia significativa en cada tratamiento.

**c. Evaluación del DBO5**

Tabla 16.

*Resultados de DBO<sub>5</sub> (mg/L) para cada tratamiento*

Repeticiones	Dosis de cáscara de café (g)				
	ST1	ST2	TC160	TC190	TC220
1	25	29	22	27	22
2	25	29	25	25	26
3	25	29	27	23	28

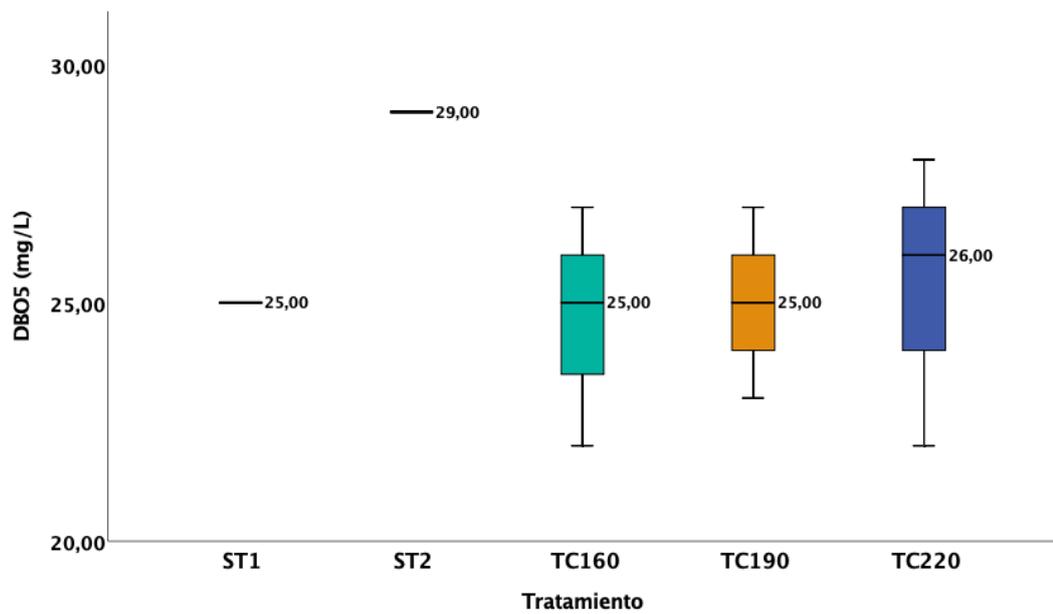


Figura 12. Medias para DBO<sub>5</sub> (mg/L) por dosis de cáscara de café

**Interpretación:** De acuerdo con la **Tabla 16** y la **Figura 12** se observa que el tratamiento con 220 g de cáscara de café logró una concentración de DBO<sub>5</sub> de 26 mg/L, mientras que los tratamientos con 160 y 190 g de cáscara mostraron concentraciones de DBO<sub>5</sub> de 25 mg/L. Es importante destacar que los tres tratamientos lograron reducir la concentración inicial de DBO<sub>5</sub>, que era de 29 mg/L.

Tabla 17.

*ANOVA del DBO<sub>5</sub>*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	39.067	4	9.767	2.483	.111
Intra grupos	39.333	10	3.933		
Total (Corr.)	78.400	14			

Tabla 18.

*Prueba de Tukey de la DBO<sub>5</sub>*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
TC160	3	24.6667
ST1	3	25.0000
TC190	3	25.0000
TC220	3	25.3333
ST2	3	29.0000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

**Interpretación:** Según los datos presentados en la

**Tabla 17** y la **Tabla 18**, se aprecia que la prueba ANOVA del DBO<sub>5</sub>, indica que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, con un valor p de 0.111, lo que sugiere que no hay suficiente evidencia para concluir que al menos un tratamiento tenga un efecto significativo en el DBO<sub>5</sub>. Por otro lado, la prueba de Tukey muestra que las medias de DBO<sub>5</sub> para cada tratamiento están dentro de los subconjuntos homogéneos, lo que sugiere que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en términos de DBO<sub>5</sub> según la prueba de Tukey. Por lo tanto, la prueba ANOVA como la prueba de Tukey sugieren que no hay diferencias significativas en los niveles de DBO<sub>5</sub> entre los diferentes tratamientos evaluados.

**d. Evaluación del DQO**

Tabla 19.

*Resultados del contenido de DQO (mg/L) para cada tratamiento*

Repeticiones	Dosis de cáscara de café (g)				
	ST1	ST2	TC160	TC190	TC220
1	47	52	45	48	47
2	47	52	48	51	51
3	47	52	50	50	49

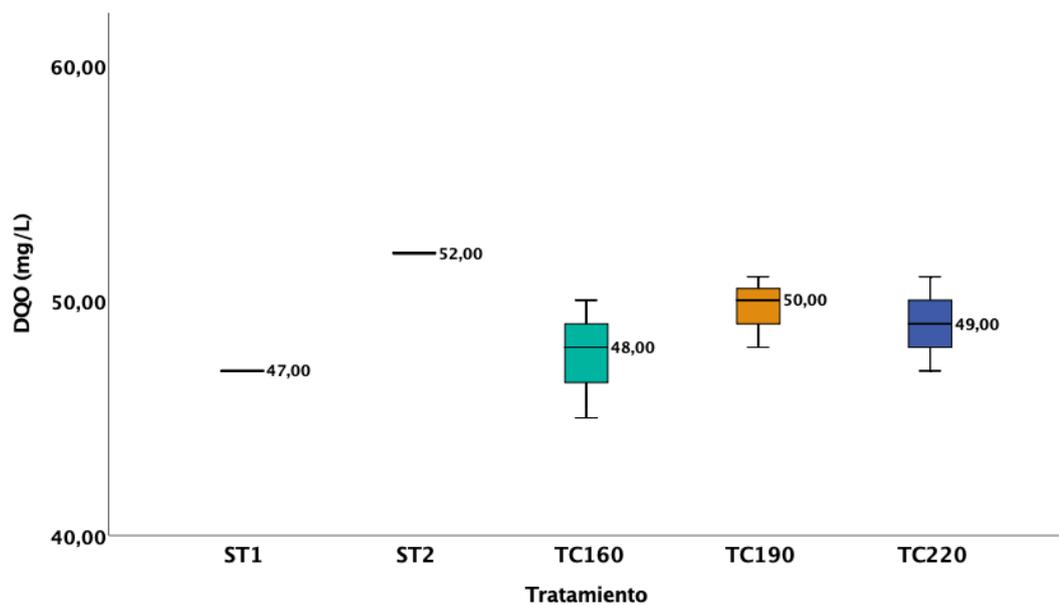


Figura 13. Medias para DQO (ml/L) por dosis de cáscara de café

**Interpretación:** De acuerdo con los datos mostrados en la **Tabla 19** y la **Figura 13**, se observa que la concentración de DQO después del tratamiento con 160 g de cáscara de café fue de 48 mg/L, siendo la más baja entre los tratamientos. Además, con el tratamiento de 190 g, la concentración fue de 50 mg/L, mientras que después del tratamiento con 220 g de cáscara se obtuvo una concentración de DQO de 49 mg/L. Es relevante destacar que en todos los tratamientos se logró reducir la concentración inicial de DQO, que fue de 52 mg/L.

Tabla 20.

*ANOVA del DQO*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	45.600	4	11.400	4.500	.024
Intra grupos	25.333	10	2.533		
Total (Corr.)	70.933	14			

Tabla 21.

*Prueba de Tukey de DQO*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ST1	3	47.0000	
TC160	3	47.6667	
TC220	3	49.0000	49.0000
TC190	3	49.6667	49.6667
ST2	3		52.0000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

**Interpretación:** De la **Tabla 20** y **Tabla 21**, se evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos según la prueba ANOVA del DQO, con un valor p de 0.024. Esto sugiere que al menos uno de los tratamientos tiene un efecto significativo en el DQO. Además, la prueba de Tukey revela diferencias entre las medias de DQO de las muestras sin tratamiento y los tres tratamientos aplicados.

**e. Evaluación de sólidos totales (ST)**

Tabla 22.

*Resultados del contenido de ST (mg/L) para cada tratamiento*

Repeticiones	Dosis de cáscara de café (g)				
	ST1	ST2	TC160	TC190	TC220
1	150	120	100	110	140
2	150	120	140	130	110
3	150	120	120	140	120

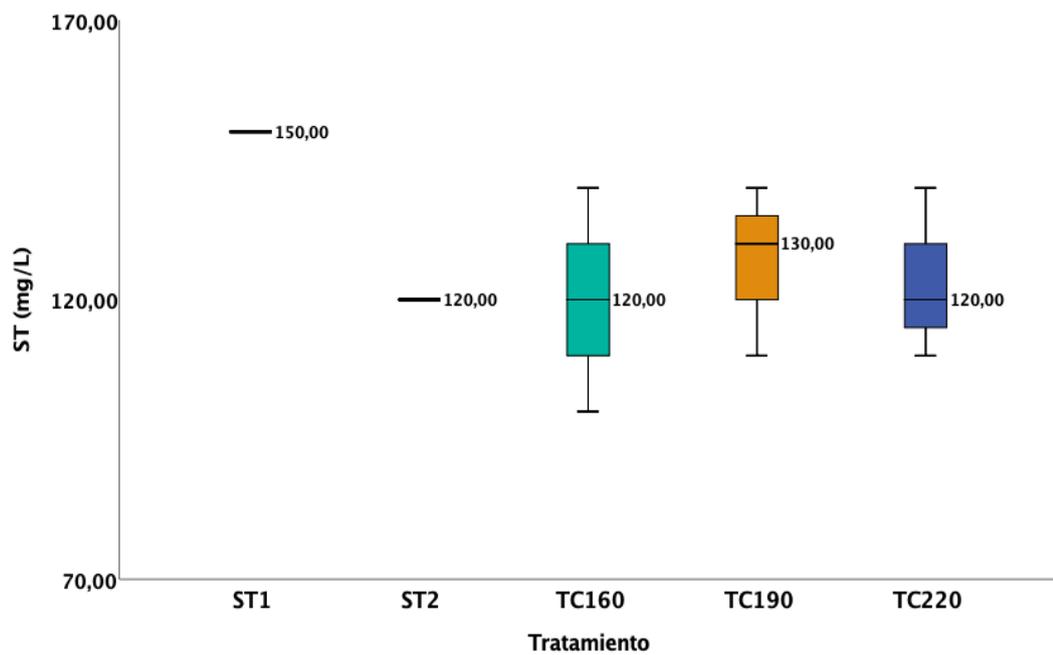


Figura 14. Medias del contenido de ST (mg/L) por tratamiento

**Interpretación:** De acuerdo con los datos de la **Tabla 22** y la **Figura 14**, se observa que tanto el tratamiento con 160 g como el de 220 g de cáscara de café presentaron concentraciones de sólidos totales (ST) de 120 mg/L, mientras que el tratamiento con 190 g de cáscara de café mostró una concentración de ST de 130 mg/L. Es importante mencionar que en todos los tratamientos se logró reducir la concentración inicial de ST en el agua sin tratamiento y sin gasolina.

Tabla 23.

*ANOVA del contenido de ST*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	1906.667	4	476.667	2.750	.089
Intra grupos	1733.333	10	173.333		
Total (Corr.)	3640.000	14			

Tabla 24.

*Prueba de Tukey de los ST*

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Subconjunto para alfa = 0.05</b>	
		<b>1</b>	
ST2	3		120.0000
TC160	3		120.0000
TC220	3		123.3333
TC190	3		126.6667
ST1	3		150.0000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

**Interpretación:** De acuerdo con los datos mostrados en la **Tabla 23** y la **Tabla 24**, que muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de sólidos totales (ST), se observa que no existen diferencias significativas entre los grupos en términos de ST. Esto se refleja en el valor p de 0.089, que supera el umbral convencional de 0.05, indicando la falta de significancia estadística. Además, la prueba de Tukey realizada para los tratamientos de ST respalda esta conclusión al demostrar que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al contenido de ST, ya que las medias de los grupos son comparativamente similares.

f. Evaluación del contenido de gasolina de 90 octanos

Tabla 25.

*Resultado del contenido de gasolina (mg/L) para cada tratamiento*

Repeticiones	Dosis de cáscara de café (g)				
	ST1	ST2	TC160	TC190	TC220
1	0.01	3456.245	3560.123	2989.088	2356.256
2	0.01	3456.245	3156.204	2589.178	3678.15
3	0.01	3456.245	2789.548	3487.023	2256.257

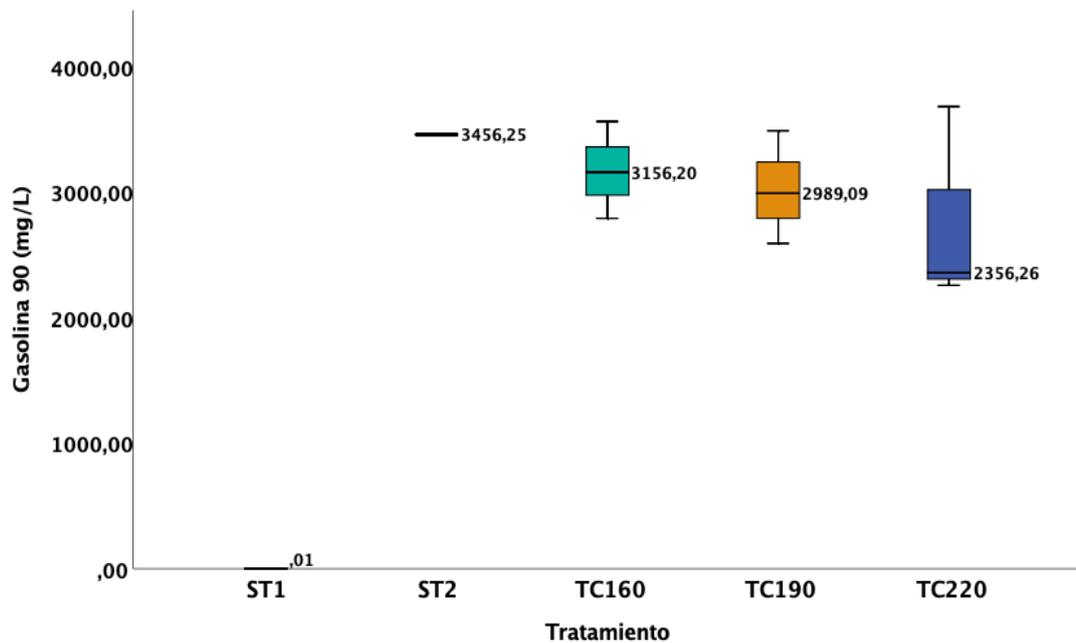


Figura 15. Medias del contenido de gasolina de 90 octanos (mg/L) por dosis de cáscara de café

**Interpretación:** En base a los datos mostrados en la **Tabla 25** y la en la **Figura 15**, se observa que la media de la concentración de gasolina fue de 2356.26 mg/L para el tratamiento con 220 g de cáscara de café, mientras que para el tratamiento con 690 g de cáscara de café la concentración fue de 3156 mg/L. Es importante destacar que en los tres tratamientos se evidencia una reducción en la concentración de gasolina en comparación con la muestra de agua sintética sin tratamiento.

Tabla 26.

*ANOVA del contenido de Gasolina de 90 octanos*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	752731.980	3	250910.660	1.023	.432
Intra grupos	1961516.393	8	245189.549		
Total (Corr.)	2714248.373	11			

Tabla 27.

*Prueba de Tukey de gasolina de 90 octanos*

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
TC220	3	2763.5543
TC190	3	3021.7630
TC160	3	3168.6250
Sin tratamiento	3	3456.2450

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

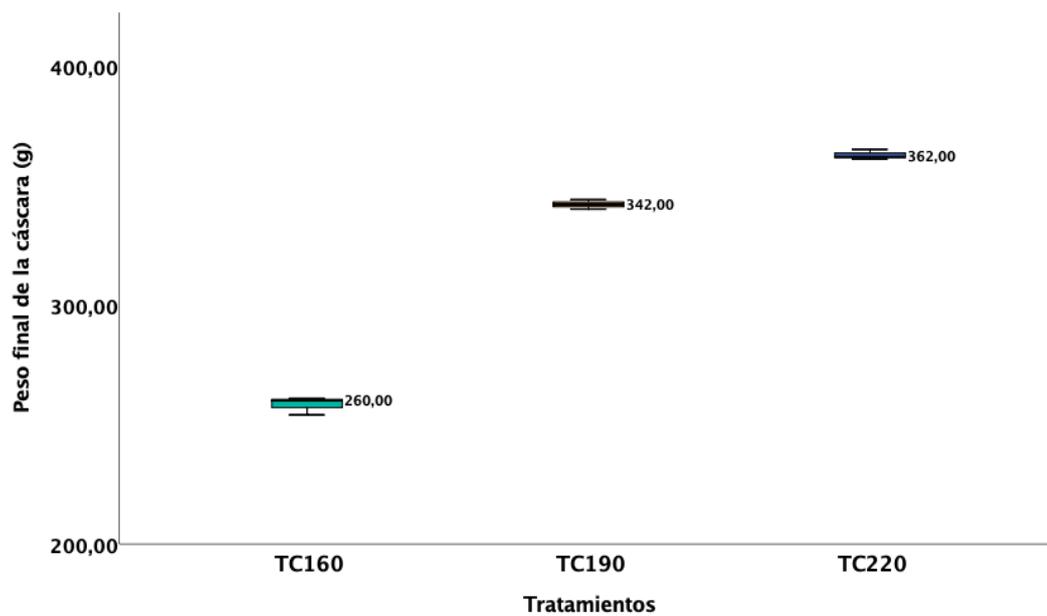
**Interpretación:** La **Tabla 256** muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de gasolina de 90 octanos, donde se observa que no hay diferencias significativas entre los grupos, como se refleja en el valor p de 0.432. Por otro lado, la **Tabla 27** presenta los resultados de la prueba de Tukey para los tratamientos de gasolina de 90 octanos, indicando que las medias de los grupos no difieren significativamente, ya que las diferencias entre ellas son menores que el nivel de significancia establecido (alfa = 0.05). Estos hallazgos sugieren que no hay diferencias estadísticamente significativas en el contenido de gasolina de 90 octanos entre los diferentes tratamientos y el grupo sin tratamiento.

**g. Evaluación del peso final de la cáscara de café**

Tabla 28.

*Resultados del peso final de la cáscara de café (g) para cada tratamiento*

Repeticiones	Dosis de cáscara de café (g)		
	TC160	TC190	TC220
1	254	344	361
2	261	340	365
3	260	342	362



*Figura 16. Medias del peso final de la cáscara de café (g) después de los tratamientos*

**Interpretación:** La **Tabla 28** y la **Figura 16** muestran que el peso final de la cáscara después del tratamiento con 160 g fue de 260 g. Del mismo modo, en el tratamiento con 190 g, el peso final fue de 342 g. Finalmente, en el tratamiento con 220 g, el peso final de la cáscara fue de 362 g.

Tabla 29.

*ANOVA del peso final de la cáscara de café*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	18312.667	2	9156.333	1211.868	.000
Intra grupos	45.333	6	7.556		
Total (Corr.)	18358.000	8			

Tabla 30.

*Prueba de Tukey peso final de la cáscara de café*

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
TC160	3	258.3333		
TC190	3		342.0000	
TC220	3			362.6667

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

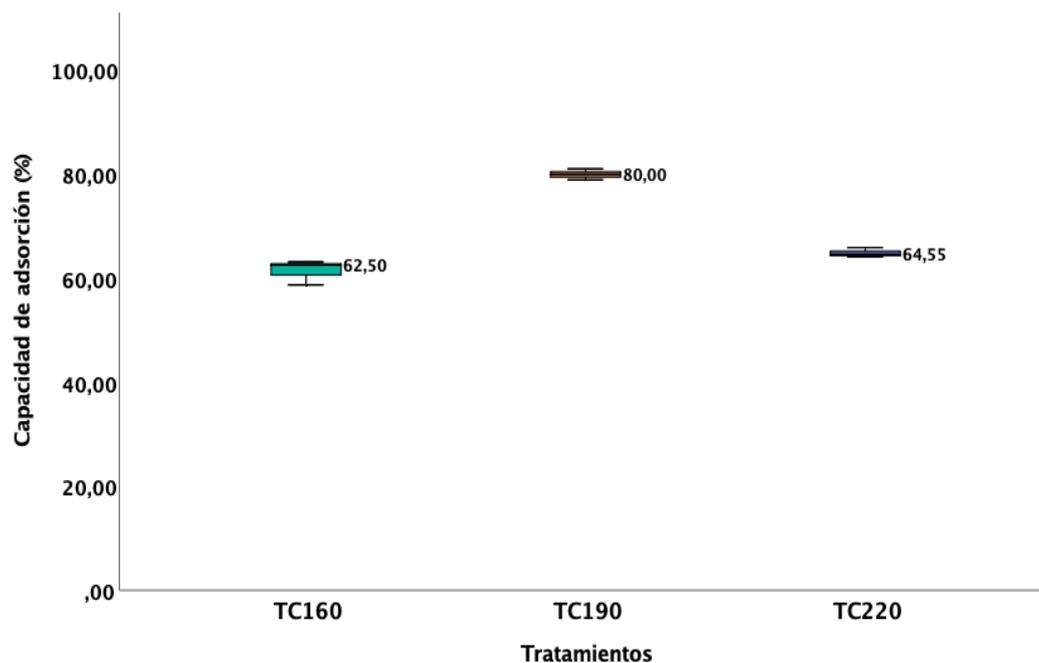
**Interpretación:** La **Tabla 29** presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el peso final de la cáscara de café, revelando diferencias significativas entre los grupos, con una razón-F calculada de 1211.868 y un valor p muy bajo ( $p = 0.000$ ). Esto sugiere que al menos una media de peso final difiere significativamente de las demás. Por otro lado, la **Tabla 30** muestra los resultados de la prueba de Tukey para los tratamientos de peso final de la cáscara de café. Se observa que las medias de peso final para los tratamientos con 160 g, 190 g y 220 g de cáscara de café son de 258.33 g, 342 g y 362.67 g, respectivamente. Estas diferencias en las medias son indicativas de que hay al menos una diferencia significativa entre los tratamientos en términos de peso final de la cáscara de café, lo que respalda los hallazgos del ANOVA.

#### h. Evaluación del potencial de adsorción de la cáscara de café

Tabla 31.

*Capacidad de adsorción (%) de la cáscara de café*

Repeticiones	Dosis de cáscara de café		
	TC160	TC190	TC220
1	58.75	81.05	64.09
2	63.125	78.95	65.91
3	62.5	80.00	64.55



*Figura 17.* Medias de la capacidad de adsorción de la cáscara de café en diferentes dosis

**Interpretación:** De acuerdo con la **Tabla 31** y la **Figura 17**, se observa que el tratamiento con 160 g de cáscara de café mostró una capacidad de absorción del 62.5%. Del mismo modo, con 190 g de cáscara de café, la capacidad de absorción

fue del 80%. Finalmente, con 220 g, fue del 64.55%. Por lo tanto, se concluye que el tratamiento con 190 g exhibió el mayor porcentaje de adsorción.

**i. Características físicas de *C. arábica* (cáscara de café)**

Tabla 32.

*Caracterización física de la cáscara de café*

<b>Parámetros de la cáscara de café</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Densidad aparente	140,4	Kg/m <sup>3</sup>
Diámetro	6 -15	mm
Densidad	1229.15	Kg/m <sup>3</sup>
Porosidad	0.8858	-
Humedad	10.94	g/100 g

**Interpretación:** Según la **Tabla 32**, se aprecia que, los parámetros de la cáscara de café revelan su composición física y características. Con una densidad aparente de 140.4 Kg/m<sup>3</sup> y un diámetro que varía entre 6 y 15 mm, la cáscara exhibe una estructura porosa con una densidad de 1229.15 Kg/m<sup>3</sup> y una porosidad de 0.8858, indicando un alto grado de espacio vacío dentro de la muestra. Además, su contenido de humedad es del 10.94 g por cada 100 g de cáscara. Estas medidas proporcionan información valiosa sobre la naturaleza física y la capacidad de retención de la cáscara de café, lo que es relevante en esta investigación.

**4.2. Prueba de hipótesis**

**4.2.1 Prueba de normalidad**

H<sub>0</sub>: Los datos presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los datos NO presentan una distribución normal

**Hipótesis estadística**

H<sub>0</sub>: p-valor > 0.05

H<sub>1</sub>: -valor <= 0.05

Se empleó el software SPSS versión 24 para analizar una muestra que incluyó tres tratamientos y un control, compuesta por muestras de agua. A continuación, se presenta la Tabla 33 resultante de dicho análisis.

Tabla 33.

*Análisis de las muestras*

	Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
<b>Capacidad de adsorción (%)</b>	<b>.815</b>	<b>9</b>	<b>.030</b>
Gasolina de 90 (mg/L)	.937	9	.550
pH	.944	9	.628
Conductividad eléctrica (uS/cm)	.936	9	.545
DBO5 (mg/L)	.912	9	.333
DQO (mg/L)	.929	9	.476
ST (mg/L)	.897	9	.232
Peso final de la cáscara (g)	.766	9	.058

**Decisión:** Si el valor p es igual o menor que 0.050, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) en favor de la alternativa ( $H_1$ ). Por otro lado, si el valor p es mayor que 0.050, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ).

**Conclusión:** Dado que el nivel de significancia asintótica bilateral observado (0,030) no excede el nivel de significancia establecido ( $\alpha=0.050=5\%$ ), la hipótesis nula ( $H_0$ ) no es aceptada. Esto implica que se asume que la distribución de la variable capacidad de adsorción no se deriva de una distribución normal, lo que sugiere la utilización de una prueba no paramétrica (Kruskal -Wallis) en el análisis de hipótesis.

#### 4.2.2. Prueba de hipótesis general

**Primero:**

$H_0$ : *Coffea arabica* (cáscara de café) NO adsorbe de manera significativa la gasolina de 90 octanos.

$H_0$ :  $Me_1 = Me_2 = Me_3$

$H_1$ : *Coffea arabica* (cáscara de café) adsorbe de manera significativa la gasolina de 90 octanos.

**Segundo:**  $\alpha = 0.05$

**Tercero:** Se opta por utilizar la prueba de Kruskal-Wallis debido a que los datos obtenidos del equilibrado dinámico no muestran una distribución normal.

**Decisión:**

Si el p-valor  $\geq 0.050$  se concluye  $H_0$

Si el p-valor  $< 0.050$  se concluye  $H_1$

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Capacidad de adsorción (%) es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,027	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Figura 18. Prueba de Kruskal-Wallis

**Conclusión:** Con una confianza del 95% un p valor igual a 0.027 se acepta que la *Coffea arábica* (cáscara de café) adsorbe de manera significativa la gasolina de 90 octanos.

### 4.3. Discusión de resultados

#### 4.3.1 Objetivo general

En relación con el objetivo general de evaluar el potencial de adsorción de la *Coffea arábica* (cáscara de café) en aguas contaminadas por gasolina de 90 octanos en Cusco durante el año 2022, se encontró que el tratamiento con 160 g de cáscara de café exhibió una capacidad de absorción del 62.5%. Asimismo, se observó con 190 g de cáscara de café, la capacidad de absorción alcanzó el 80%. Por último, con 220 g de cáscara de café, se registró una capacidad de absorción del 64.55%.

Estos hallazgos son similares al de Konneh M. et al. (21), quienes en su investigación llegaron a determinar la capacidad de adsorción de la cáscara de café de 83.62% para

retener los nitritos. Asimismo, concuerda con Juniar L. et al. (26), que en su investigación llegó a evaluar la capacidad de adsorción encontrando que a los 90 minutos la capacidad de adsorción aumentó a 170,26 mg/g. Asimismo, concuerda con Vitor, Y.; Moggiano, N. y Ochoa, E. (28), quienes en su investigación lograron identificar la capacidad de adsorción fue del 75.73% para el plomo (Pb) y del 52.38% para el zinc (Zn) de la cáscara de café en la remoción de estos contaminantes.

La similitud en los hallazgos entre nuestro estudio y los de Konneh et al. y Juniar et al. es notable y sugiere una consistencia en los resultados relacionados con la capacidad de adsorción de la cáscara de café en diferentes contextos y contaminantes. Estos hallazgos destacan la viabilidad y eficacia de la cáscara de café como un material adsorbente para la remoción de contaminantes en aguas residuales. Sin embargo, es importante considerar las variaciones en las condiciones experimentales y las características específicas de los contaminantes, como el tipo de contaminante, su concentración y su interacción con el adsorbente, para comprender completamente la capacidad de adsorción de la cáscara de café en diferentes contextos y situaciones ambientales.

Los principios mencionados se respaldan en Valladares M. et al., quienes describen la adsorción como el proceso mediante el cual partículas, iones o moléculas son retenidos o atrapados en la superficie de un material debido a fuerzas como las de van der Waals (43). En este proceso, el adsorbato es la sustancia que se retiene, mientras que el material que actúa como receptor se denomina adsorbente o sustrato (58). La adsorción puede ser de naturaleza química o física, y su objetivo principal en los procesos de remoción es evitar la transformación o degradación de las moléculas, previniendo así la formación de compuestos más tóxicos y reactivos que el compuesto original (57).

#### **4.3.2. Primer objetivo específico**

En cuanto al primer objetivo específico que fue determinar las características fisicoquímicas y orgánicas del agua sin contaminar y del agua contaminada con gasolina de 90 octanos antes y después de ser tratada con cáscara de café (*Coffea arabica*).

En el caso del agua sin contaminar, se observó un pH ligeramente ácido de 6.61 y una conductividad eléctrica baja de 44  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que sugiere una baja presencia de iones disueltos. La DBO<sub>5</sub> de 25 mg/L indicó una moderada cantidad de materia orgánica, mientras que la DQO de 47 mg/L señaló una presencia similar de compuestos químicos oxidables. Los sólidos totales de 150 mg/L indicaron una cantidad moderada de materiales disueltos y suspendidos, y la presencia de gasolina de 90 octanos fue mínima, con una concentración de 0.01 mg/L, lo que sugiere una baja contaminación por hidrocarburos.

Por otro lado, el agua contaminada con gasolina presentó un pH cercano a la neutralidad de 6.63 y una conductividad eléctrica ligeramente menor de 33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , indicando una baja presencia de iones disueltos. La DBO<sub>5</sub> aumentó ligeramente a 29 mg/L, lo que sugiere una moderada carga de materia orgánica, y la DQO también aumentó a 52 mg/L, indicando una mayor presencia de compuestos químicos oxidables. Los sólidos totales presentes fueron de 120 mg/L, sugiriendo una concentración moderada de sólidos disueltos y suspendidos. La presencia de gasolina de 90 octanos fue significativa, con una concentración notablemente más alta de 3456.245 mg/L, lo que indica una alta contaminación por hidrocarburos en esta muestra de agua.

Estos hallazgos son similares al de García J. et al. (59) cuando caracterizó el agua residual previo a un tratamiento microbiológico, donde identificó que la DBO<sub>5</sub> fue 80 mg/L, la DQO fue 751 mg/L, ST 244 mg/L y el pH fue de 7.2. Esta consistencia en los resultados sugiere una correlación entre la contaminación por gasolina de 90 octanos y los parámetros fisicoquímicos y orgánicos del agua, lo que resalta la importancia de monitorear y controlar los niveles de contaminación para preservar la calidad del agua y proteger el medio ambiente.

Al realizar la caracterización física de la especie *Coffea arabica* (cáscara de café) en Cusco durante el año 2022 reveló importantes hallazgos. Se encontró que la densidad aparente de la cáscara de café era de 140.4 Kg/m<sup>3</sup>, con un diámetro que variaba entre 6 y 15 mm. Además, se observó que la cáscara exhibía una estructura porosa con una densidad de 1229.15 Kg/m<sup>3</sup> y una porosidad de 0,8858, lo que indica un alto grado de

espacio vacío dentro de la muestra. Además, se determinó que el contenido de humedad era del 10.94 g por cada 100 g de cáscara.

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Adrianzén G. (60) quien también caracterizó la humedad de la cáscara del café y encontró un valor cercano al obtenido en estudio (13%), lo que sugiere una coherencia en los hallazgos entre diferentes investigaciones. La relación entre estos resultados refuerza la validez y la relevancia de la caracterización física de la cáscara de café.

#### **4.3.3. Segundo objetivo específico**

En relación con el segundo objetivo específico, que consistía en Determinar las características físicas (densidad aparente, diámetro, densidad, porosidad y humedad), presenta *Coffea arábica* (cáscara de café), se observaron diversos hallazgos significativos. Se registraron los siguientes valores destacados: el pH más alto fue de 6.59 en el tratamiento con 220 g de cáscara de café, mientras que la conductividad eléctrica alcanzó un valor máximo de 62 uS/cm en el tratamiento con 160 g. En cuanto a la reducción de DBO<sub>5</sub>, los tratamientos de 160 g y 190 g lograron una concentración final de 25 mg/L. La concentración más baja de DQO se registró en el tratamiento con 160 g, y la menor concentración de sólidos totales se observó en los tratamientos con 120 mg/L. Respecto a la concentración de gasolina de 90 octanos, se encontró un valor de 2356,26 mg/L en el tratamiento con 220 g. Finalmente, el peso final más alto de la cáscara de café se registró en el tratamiento con 220 g, alcanzando los 362 mg/L.

Estos hallazgos concuerdan con Vitor, Y.; Moggiano, N. y Ochoa, E. (28), quienes identificaron que la concentración final de los contaminantes fue de 0.1, 0.2, 0.001 y 0.2 para Pb, Cu, Fe, Zn, respectivamente. Además, se asemejan a los resultados obtenidos por Altamirano, J. y Garcia, J. (29), quienes en su tesis identificaron que las concentraciones finales después del tratamiento con las cáscaras fueron de 14.7 mg/L, 128 mg/L y 61 mg/L para DQO, DBO<sub>5</sub> y ST, respectivamente. Esta coincidencia en los resultados refuerza la validez de los hallazgos y sugiere que el tratamiento con cáscaras de café puede ser efectivo para la remoción de contaminantes del agua contaminada por gasolina de 90 octanos.

Se pudo constatar que el tratamiento con cáscaras de café generó cambios significativos en las características fisicoquímicas y orgánicas del agua contaminada, evidenciando su efectividad en la remoción de contaminantes.

La comparación de nuestros resultados con investigaciones previas, como las de Vitor, Y.; Moggiano, N. y Ochoa, E. (24) y Altamirano, J. y Garcia, J. (25), fortaleció la validez y la relevancia de nuestros hallazgos. Estos estudios complementarios respaldaron la eficacia del tratamiento con cáscaras de café para la reducción de contaminantes, ofreciendo una perspectiva más amplia y consolidando la evidencia en este campo.

Esto reafirma la importancia del uso de recursos naturales renovables, como la cáscara de café, en la lucha contra la contaminación ambiental. Sin embargo, también destacaron la necesidad de seguir investigando y perfeccionando este proceso, así como de considerar aspectos prácticos y económicos para su implementación a gran escala. En última instancia, este estudio contribuye al conocimiento científico y promueve enfoques más sostenibles para la gestión de la contaminación del agua, apuntando hacia un futuro más limpio y saludable para nuestro entorno.

## CONCLUSIONES

1. Al evaluar el potencial de adsorción de *Coffea arábica* (cáscara de café) en aguas contaminadas por gasolina de 90 octanos en Cusco durante el año 2022, se encontró que el tratamiento con 160 g de cáscara de café exhibió una capacidad de adsorción del 62.5%. Además, se observó con 190 g de cáscara de café, la capacidad de adsorción alcanzó el 80%. Por último, con 220 g de cáscara de café, se registró una capacidad de adsorción del 64.55%.
2. Al caracterizar el agua de la laguna, se observó un pH ligeramente ácido de 6.61 y una baja conductividad eléctrica de 44  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La DBO<sub>5</sub> fue de 25 mg/L, la DQO alcanzó los 47 mg/L y los sólidos totales se registraron en 150 mg/L. La presencia de gasolina de 90 octanos fue mínima, con una concentración de 0.01 mg/L. En contraste, el agua contaminada con gasolina presentó un pH de 6.63 y una conductividad eléctrica ligeramente menor de 33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La DBO<sub>5</sub> aumentó ligeramente a 29 mg/L, mientras que la DQO también aumentó a 52 mg/L. Los sólidos totales presentes fueron de 120 mg/L. Destacó la presencia significativa de gasolina de 90 octanos, con una concentración notablemente más alta de 3456.245 mg/L. Asimismo, al caracterizar los parámetros físico-químicos y orgánicos del agua después del tratamiento, se observaron varias tendencias significativas. El pH más alto se registró en el tratamiento con 220 g de cáscara de café, alcanzando un valor de 6.59, mientras que la conductividad eléctrica mostró su máximo valor de 62  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el tratamiento con 160 g. En cuanto a la reducción de DBO<sub>5</sub>, tanto los tratamientos de 160 g como de 190 g lograron una concentración final de 25 mg/L. La menor concentración de DQO se observó en el tratamiento con 160 g, y la menor concentración de sólidos totales se registró en los tratamientos con 120 mg/L. Respecto a la concentración de gasolina de 90 octanos, se detectó un valor de 2356.26 mg/L en el tratamiento con 220 g. Finalmente, el mayor peso final de la cáscara de café se observó en el tratamiento con 220 g, alcanzando los 362 mg/L.
3. Al caracterizar la *Coffea arábica* (cáscara de café) en Cusco durante el año 2022, se encontró que la densidad aparente de la cáscara de café era de 140.4 Kg/m<sup>3</sup>, con un diámetro que variaba entre 6 y 15 mm. Además, se registró una densidad de 1229.15 Kg/m<sup>3</sup> y una porosidad de 0.8858. Se determinó que el contenido de humedad era del 10.94 g por cada 100 g de cáscara.

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudios adicionales para determinar la dosis óptima de cáscara de café que garantice una eficaz reducción de la DBO<sub>5</sub>, maximizando así la eficiencia del proceso de tratamiento sin exceder el uso excesivo de recursos.
- Llevar a cabo investigaciones adicionales para evaluar la viabilidad y eficacia de métodos avanzados de remoción de DQO, como la oxidación avanzada o la electrocoagulación, con el fin de lograr una reducción aún más significativa en la concentración de contaminantes orgánicos.
- A realizar futuras investigaciones explorar otras fuentes de residuos industriales con potencial de adsorción de metales, como cáscaras de frutas u otros materiales lignocelulósicos, y llevar a cabo comparaciones sistemáticas para determinar su eficacia en la remoción de contaminantes.
- Identificar y evaluar otros parámetros, como el tamaño de partícula, la temperatura y la presión, que puedan influir en el proceso de adsorción de la gasolina de 90 octanos, con el objetivo de mejorar la comprensión y control de este proceso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNIVERSIDAD DE PIURA. ¿Qué impactos ambientales ha causado el derrame de petróleo? » UDEP Hoy. *Universidad de Piura*. Online. 2022. [Accessed 9 July 2024]. Available from: <https://www.udep.edu.pe/hoy/2022/01/que-impactos-ambientales-ha-causado-derrame-de-petroleo/>
2. FRIENDS OF THE EARTH EUROPE. *¿Consumimos demasiado? Cómo utilizamos los recursos naturales del planeta*. 2016. Amsterdam : Friends of the Earth Europe.
3. GRADOS, Claudia and PACHECO, Eduardo. El impacto de la actividad extractiva petrolera en el acceso al agua: el caso de dos comunidades Kukama Kukamiria de la cuenca del Marañón (Loreto, Perú). *Anthropologica*. 2016. Vol. 34, no. 37, p. 33–59. DOI 10.18800/anthropologica.201602.002.
4. ORTEGA, Paola, GUILLEN, Karen and MARTÍNEZ, Adriana. Obtención de un coagulante natural a partir de la cáscara de café ( *Coffea arábica* ) proveniente de la finca Arrayanes municipio de Nariño. *Boletín Informativo CEI*. 2019. Vol. 6, no. 1, p. 118–119.
5. NUNEZ, Christina. La contaminación del agua constituye una crisis mundial creciente. Esto es lo que hay que saber. *National Geographic*. Online. 2024. [Accessed 26 April 2024]. Available from: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-del-agua>
6. AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE. Las aguas europeas están cada vez más limpias, pero subsisten grandes desafíos. Online. 2018. [Accessed 26 April 1BC]. Available from: <https://www.eea.europa.eu/es/highlights/las-aguas-europeas-estan-cada>
7. BBC NEWS MUNDO. El desastroso derrame de combustible que puso en emergencia a una región ártica de Rusia. Online. 2020. [Accessed 26 April 2024]. Available from: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52930291>
8. SINC. Cáscaras de pistacho para limpiar el agua. Online. 2018. [Accessed 26 April 1BC]. Available from: <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Cascaras-de-pistacho-para-limpiar-el-agua>

9. VÉLEZ, Alexa, ROMO, Vanessa and SIERRA, Yvette. Las deudas del petróleo: más de 6 mil desechos sin limpiar en cuatro países de Latinoamérica. *Mongabay Latam*. Online. 2023. [Accessed 26 April 1BC]. Available from: <https://es.mongabay.com/2023/06/deudas-del-petroleo-mas-de-6-mil-desechos-sin-limpiar-en-cuatro-paises-latinoamerica/>
10. ALCALDE, Carolina. Derrames petroleros y deforestación: Venezuela registra “ampliación del daño ecológico” según informe. Online. 2023. [Accessed 26 April 1BC]. Available from: <https://www.vozdeamerica.com/a/derrames-petroleros-y-deforestacion-venezuela-registro-ampliacion-del-dano-ecologico-en-2022-expone-informe/7125775.html>
11. DICYT. Un nuevo método de descontaminación del agua aúna compuestos de bajo costo y energía solar. *Club iagua*. Online. 2021. [Accessed 26 April 1BC]. Available from: <https://www.iagua.es/noticias/dicyt/nuevo-metodo-descontaminacion-agua-auna-compuestos-costoy-energia-solar>
12. ALVA, Gino. En 2022 se registró un derrame de petróleo u otras sustancias en el Perú cada tres días, en promedio. *El Comercio*. Online. 2023. [Accessed 26 April 1BC]. Available from: [https://elcomercio.pe/lima/sucesos/ec-data-en-2022-se-registro-se-registro-un-derrame-de-petroleo-u-otras-sustancias-en-el-peru-cada-tres-dias-en-promedio-repsol-callao-oefa-noticia/?ref=ecr#google\\_vignette](https://elcomercio.pe/lima/sucesos/ec-data-en-2022-se-registro-se-registro-un-derrame-de-petroleo-u-otras-sustancias-en-el-peru-cada-tres-dias-en-promedio-repsol-callao-oefa-noticia/?ref=ecr#google_vignette)
13. MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. Contaminación del agua. Online. [Accessed 26 April 1BC]. Available from: <https://www.midagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/374-problematika>
14. SERVINDI. Cusco: Derrame en Camisea afecta a decenas de personas. Online. 2018. [Accessed 26 April 1BC]. Available from: <https://www.servindi.org/actualidad-noticias/08/02/2018/derrame-en-camisea-afecta-decenas-de-personas>
15. INNOVA. Residuos de café convertidos en tazas. *Innova*. Online. 2022. [Accessed 8 July 2024]. Available from: <https://blogs.upm.es/inambiental/2017/10/25/residuos-de-cafe-convertidos-en-tazas-de-cafe/>
16. CAFELAB. Infusiones y bebidas con antioxidantes le dan valor agregado a la cáscara de café. *Cafelab*. Online. 2024. [Accessed 8 July 2024]. Available from:

<https://cafelab.pe/infusiones-y-bebidas-con-antioxidantes-le-dan-valor-agregado-a-la-cascara-de-cafe/>

17. ACTUALIDAD AVIPECUARIA. Pulpa de café: una alternativa económica para la alimentación en aves de producción en trópico [OB] – Actualidad Avipecuaria. *Actualidad Avipecuaria*. Online. 2018. [Accessed 8 July 2024]. Available from: <https://actualidadavipecuaria.com/pulpa-de-cafe-una-alternativa-economica-para-la-alimentacion-en-aves-de-produccion-en-tropico-%EF%BF%BC/>
18. COMPRAR MI CAFETERA. La Cáscara del Café: Usos y beneficios. Online. 2023. [Accessed 26 April 2024]. Available from: <https://www.comprarmicafetera.com/cáscara-de-cafe- propiedades/>.
19. CENTRAL DE COMPRAS PÚBLICAS-PERÚ COMPRAS. *Resolución Jefatural N°099-2019-PERU COMPRAS*. 2019. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas.
20. MORALES, Fabian, MALDONADO, Lenin, NUÑEZ, Galo, PAREDES, Geovanny and HECHAVARRÍA, Rodney. Filtro con elementos de bagazo de caña de azúcar para el tratamiento de aguas residuales de lavadoras de autos en la ciudad de Ambato, Ecuador. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 2022. Vol. 13, no. 5, p. 365–395. DOI 10.24850/j-tyca-13-05-10.
21. KONNEH, Morris, WANDERA, Simon M., MURUNGA, Sylvia I. and RAUDE, James M. Adsorption and desorption of nutrients from abattoir wastewater: modelling and comparison of rice, coconut and coffee husk biochar. *Heliyon*. Online. 1 November 2021. Vol. 7, no. 11, p. e08458. [Accessed 10 May 2024]. DOI 10.1016/J.HELIYON.2021.E08458.
22. MURILLO, Bryan. *Evaluación de la cascarilla de arroz (oryza sativa), corcho (quercus suber) y cáscara de banano (musa x paradisiaca) como bioabsorbente en aguas de lubricadora*. Universidad Agraria del Ecuador, 2020.
23. HEREDIA, Sandra, GAVILANES, Alex and HEREDIA, María. Depuración de agua contaminada con hidrocarburos en el río Rumiayacu, mediante humedales artificiales en la provincia de Francisco de Orellana. *Perfiles*. 2020. Vol. 1, no. 24, p. 84–93. DOI 10.47187/perf.v1i24.90.
24. PÉREZ, Leidy, PAZ, Isabel, SANDOVAL, Angélica and PEÑALOZA, Gianni. Uso de cáscara de cacao (Theobroma cacao) para la remoción de cromo en solución acuosa. *Revista EIA*. 2020. Vol. 17, p. 1–13.

25. RODRÍGUEZ, Josefina, CASCARET, Dannis, RICARDO, Carlos, PÉREZ, Rosa and LA ROSA, Katherine. Evaluación de la capacidad de adsorción de  $MN^{2+}$  por biomasa residual de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). *Revista Cubana de Química*. 2019. Vol. 31, no. 2, p. 0.
26. JUNIAR, L, MULYATI, S, FATHIRA, D and SAFITRI, R. Preparation and Characterization of Activated Carbon from Gayo Coffee Shell as an Adsorbent for Removal of Lead (Pb) in Liquid Waste. *ProQuest*. 2019. DOI 10.1088/1757-899X/796/1/012050.
27. PARIONA, Jordy. *Biosorción de plomo (II) utilizando un biosorbente obtenido a partir de la cascarilla de café (Coffea arabica L.)*. Universidad Científica del Sur, 2022.
28. VITOR, Y, OCHOA, E and MOGGIANO, N. Bioadsorción por hojas de café en agua contaminada del río Mantaro en el centro de Perú. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 952, no. 1. DOI 10.1088/1755-1315/952/1/012005.
29. ALTAMIRANO, Jorge and GARCIA, Joseph. *Mejora de la calidad del efluente del lavado vehicular mediante la aplicación del carbón activado de Coffea arabica, Tarapoto 2020*. Universidad César Vallejo, 2020.
30. AZAÑA, Ronaldo and ROMÁN, Andrea. *Almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-Muelle Dársena, Callao 2019*. Universidad César Vallejo, 2019. Lima Norte
31. MARÍN, T, HEREDIA, V and ALCARRAZ, M. Filtro de cascarilla de *Ricinus communis* y carbón vegetal para tratamiento de agua contaminada con hidrocarburos: diseño de un sistema en serie por etapas. *Ingeniería del agua*. 2019. Vol. 23, no. 3. DOI 10.4995/ia.2019.11426.
32. CCALLOHUANCA, Royer. *Remoción de fosfatos presentes en aguas contaminadas con detergente utilizando el carbón activado de endocarpio de durazno (Prunus persica)*, Cusco 2022. Universidad Andina del Cusco, 2022.
33. VELÁSQUEZ, Rafael. *Guía de variedades de café Guatemala*. 2019. Guatemala: Asociación Nacional del café (Anacafé). ISBN 9785984520973.
34. FUNDACIÓN CHARLES DARWIN. Base de datos de las especies de Galápagos: *Coffea arabica*. Online. 2010. [Accessed 27 April 2024]. Available from: <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=716>

35. ROMERO, José and CAMILO, Josefina. *Manual de producción sostenible de café en la República Dominicana*. 2019. Sanato Domingo: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. ISBN 9789292488734.
36. FLÓRES, Claudia, IBARRA, Lizardo, GÓMEZ, Luis, CARMONA, Claudia, CASTAÑO, Ángela and ORTIZ, Aristófeles. *Estructura y funcionamiento de la planta de café*. 2013. Colombia: Cenicafé.
37. SENAMHI. *Ficha técnica agroclimática para el cultivo de café en el Perú*. 2021. Lima: SENAMHI.
38. DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS AGRARIAS. *Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de café*. 2019. Lima: MINAGRI.
39. JULCA, Alberto, ALVARADO, Leonel, BORJAS, Ricardo, CASTRO, Viviana, LEÓN, Fabiola, VALDERRAMA, Deyna and BELLO, Segundo. Variedades de café (*Coffea arabica*), una revisión y algunas experiencias en el Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. 2023. Vol. 10, no. 2, p. 134–155. DOI 10.53287/ruyx4519vm15b.
40. FERNÁNDEZ, Alicia. El agua: un recurso esencial. *Química Viva*. 2012. Vol. 11, no. 3, p. 147–170.
41. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Aprende a prevenir los efectos del mercurio- Módulo 3: Agua y alimento*. 2016. Lima: Ministerio del Ambiente.
42. MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. *Ley de recursos hídricos: Ley N° 29338*. 2022. Lima: ANA.
43. VALLADARES, María, VALERIO, Cintya, DE LA CRUZ, Patricia and MELGOZA, Rosa. Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*. 2017. Vol. 16, no. 31, p. 55–73. DOI 10.22395/rium.v16n31a3.
44. PETROPERÚ. *Ficha de datos de seguridad: Gasolina de 90 octanos*. 2019. Lima: Petroperú. ISBN 1800424930.
45. EPA. EPA's 2008 Report on the Environment. 2008.
46. BARAKAT, M. Nuevas tendencias en la eliminación de metales pesados aguas residuales industriales. *Arabian Journal of Chemistry*. 2011. Vol. 4, no. 4, p. 361–377. DOI 10.1016/j.arabjc.2010.07.019.
47. BOLUDA, Carlos, MACÍAS, Mariana and GONZÁLEZ, Marreno. Vista de La complejidad química de las gasolinas de automoción | Ciencia, Ingenierías y

- Aplicaciones. *Ciencias, Ingeniería y Aplicaciones*. Online. 2019. Vol. 2, no. 2. [Accessed 9 July 2024]. DOI 10.22206/cyap.2019.v2i2.pp51-79.
48. CAVIEDES, Diego, MUÑOZ, Ramiro, PERDOMO, Alexandra, RODRÍGUEZ, Daniel and SANDOVAL, Ivan. Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales. Una Revisión. *Ingeniería y Región*. 2015. Vol. 13, no. 1, p. 73. DOI 10.25054/22161325.710.
  49. GARCÍA, Norma, VILLANUEVA, Paola, CAMPOS, Eduardo and VELÁZQUEZ, Alma. Análisis de la adsorción como método de pulimiento en el tratamiento de aguas residuales. *Quivera Año*. 2012. Vol. 14, p. 109–129.
  50. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua*. 2017. Lima: Ministerio del Ambiente.
  51. GARCÍA, Cristina. Parámetros fisicoquímicos del agua. *Pv Albeitar*. 2013. Vol. 1, no. 167.
  52. AZNAR, Antonio. Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas. *Gestión Ambiental*. 2000. Vol. 2, no. 23, p. 12–19.
  53. PARAGUA, Melecio, BUSTAMANTE, Nicéforo, NORBERTO, Liz, PARAGUA, Melissa and PARAGUA, Carlos. *Investigación científica: Formulación de Proyectos de Investigación y tesis*. Primera ed. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan, 2022. ISBN 9786120076385.
  54. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos and BAPTISTA, María. *Metodología de la Investigación*. Sexta. México: McGraw-Hill Education/Interamericana Editores, 2014. ISBN 9781456223960.
  55. VARGAS, Zoila. La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*. 2009. Vol. 33, no. 1, p. 155–165.
  56. ASOCIACIÓN PARA LA NATURALEZA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE (ANDES). *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)* Online. Cusco, 2006. [Accessed 9 July 2024]. Available from: [www.ecoanperu.org](http://www.ecoanperu.org)
  57. CAMPOS, G and LULE, N. La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*. 2012. Vol. 7, no. 13, p. 45–60.
  58. ROUQUEROL, Françoise, ROUQUEROL, Jean and SING, Kenneth. *Adsorption by Powders and Porous Solids*. Online. Primera. 1999. [Accessed 9 July 2024]. ISBN 9780125989206. Available from:

<http://www.sciencedirect.com:5070/book/9780125989206/adsorption-by-powders-and-porous-solids>

59. GARCÍA, Judit, PEÑAFIEL HEREDIA, Daniel and RODRÍGUEZ, Remberto. Bioremediación de hidrocarburos en aguas residuales con cultivo mixto de microorganismos: caso Lubricadora Puyango. *Enfoque UTE*. Online. 29 March 2019. Vol. 10, no. 1, p. 185–196. [Accessed 10 May 2024]. DOI 10.29019/ENFOQUEUTE.V10N1.312.
60. ADRIANZÉN, Greyce. *Determinación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales de la cáscara y mucílago de la Coffea arábica y sus posibles usos, San Ignacio, Cajamarca - 2018*. Pregrado. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2018.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuál es el potencial de adsorción de <i>Coffea arabica</i> (cáscara de café) en aguas contaminadas por gasolina de 90 octanos?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Evaluar el potencial de adsorción de <i>Coffea arabica</i> (cáscara de café) en aguas contaminadas por gasolina de 90 octanos.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>H1: <i>Coffea arabica</i> (cáscara de café) adsorbe de manera significativa la gasolina de 90 octanos</p>	<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Retención de gasolina en 90 octanos en cuerpos de agua</p>	<p><b>Método de Investigación:</b></p> <p>Método científico.</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>La población consistió en el agua del Humedal Lucre-Huacarpay</p>	<p><b>Técnicas:</b></p> <p>Observación</p>
<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>–¿Cuáles son las características fisicoquímicas y orgánicas del agua sin contaminar y del agua contaminada con gasolina de 90 octanos antes y después de ser tratada con cáscara de café (<i>Coffea arabica</i>)?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>–Determinar las características fisicoquímicas y orgánicas del agua sin contaminar y del agua contaminada con gasolina de 90 octanos antes y después de ser tratada con cáscara de café (<i>Coffea arabica</i>).</p>		<p><b>Variables Independientes:</b></p> <p>Cáscara de café (<i>Coffea arabica</i>)</p>	<p><b>Nivel de Investigación:</b></p> <p>Explicativo.</p>	<p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra del agua contaminada fue la combinación de 180 litros de agua del Humedal Lucre-Huacarpay y 45 litros de gasolina de 90 octanos; en cuanto a la muestra de cáscara de café se recolectaron un total 30 kg del distrito Quillabamba.</p>	<p><b>Instrumentos:</b></p> <p>Ficha de observación</p>
<p>–¿Cuáles son las características físicas (densidad aparente, diámetro, densidad, porosidad y humedad), presenta <i>Coffea arabica</i> (cáscara de café)?</p>	<p>–Determinar las características físicas (densidad aparente, diámetro, densidad, porosidad y humedad), presenta <i>Coffea arabica</i> (cáscara de café).</p>			<p><b>Diseño:</b></p> <p>Diseño experimental preprueba/postprueba.</p>	<p><b>Muestreo:</b></p> <p>Muestreo no probabilístico a criterio del investigador, asimismo, se empleo el Protocolo de monitoreo.</p>	

## Anexo 2

### Evidencias fotográficas

Fotografía 1. Cáscara de café



Fotografía 2. Bolsas de papel para el pesado



Fotografía 3. Pesado de la cáscara de café



Fotografía 4. Peso exacto de la cáscara de café



Fotografía 5. Peso de 220 g de cáscara de café



Fotografía 6. Pesos completos de los 3 tratamientos



Fotografía 7. Largo de la almohadilla 0.30 m



Fotografía 8. Ancho de la almohadilla 0.20 m



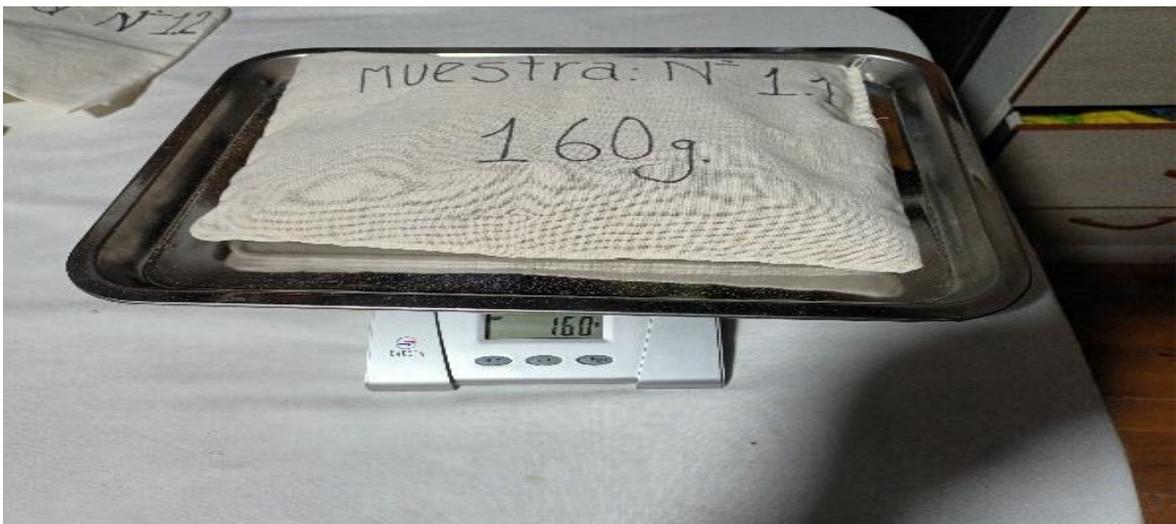
Fotografía 9. Total de almohadillas 9 unidades



Fotografía 10. Llenado de las almohadillas cáscara de café



Fotografía 11. Pesado de la almohadilla T1



Fotografía 12. Peceras L: 0,45 m, A: 0,40 m y H: 0,20 m



Fotografía 13. Pecera de los 3 Tratamientos



Fotografía 14. Medidor de agua de 5 litros



Fotografía 15. Vertiendo el agua en 4 repeticiones



Fotografía 16. Cantidad de agua en la pecera



Fotografía 17. Peceras llenas de agua



Fotografía 18. Medidor de gasolina 5 litros



Fotografía 19. Vertido de gasolina a la pecera



Fotografía 20. Vertimiento de gasolina en las peceras



Fotografía 21. Peceras preparadas para el tratamiento



Fotografía 22. Extracción de la almohadilla para su peso



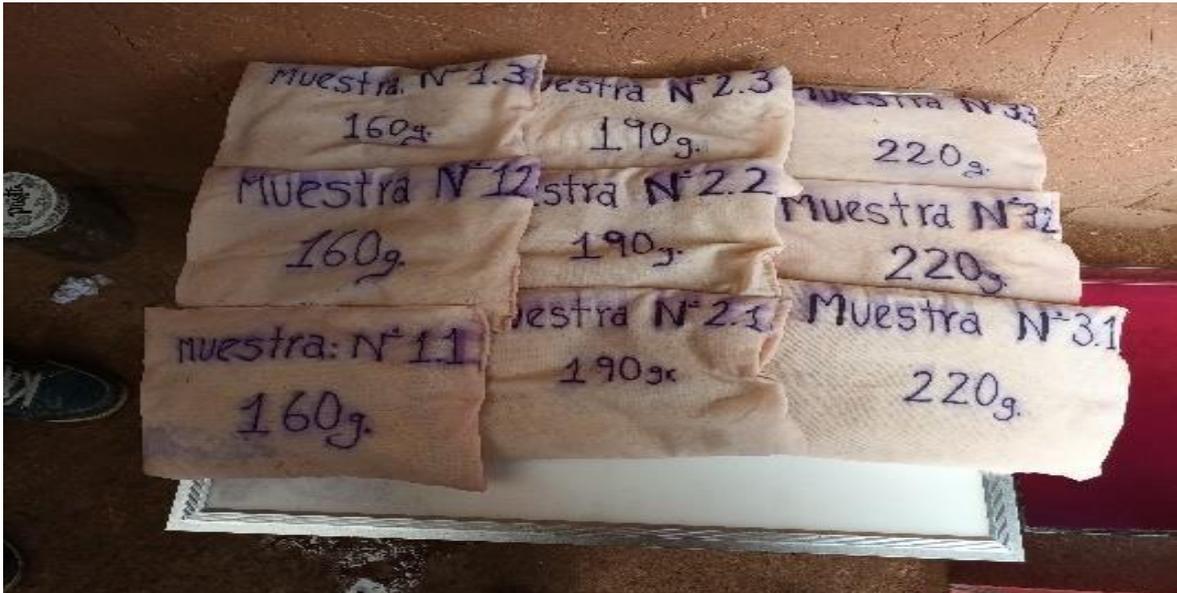
Fotografía 23. Pesado de la almohadilla después del tratamiento



Fotografía 24. Adsorción de la gasolina



Fotografía 25. Almohadillas después de cada tratamiento



Fotografía 26. Muestreo del agua después del tratamiento



Fotografía 27. Muestras de cada parámetro de los diferentes tratamientos



## Anexo 3

### Resultados de laboratorio



#### INFORME DE ENSAYO N° 230004192/2023

**Razón social del cliente:** Calcina Tuni Moises Anibal **RUC:** 10702280295  
**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco **CMA:** CMA2023/1947

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 06  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL, Una (01) unidad de 120 mL, Una (01) unidad de 40 mL.  
**Procedencia:** Laguna de Huacarpay, Cusco  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 20/03/2023 - 10:00 h  
**Coordenadas:** No Aplica  
**Punto de muestreo:** P-1 / PRIMER PECERA  
**Fecha de recepción de la muestra:** 21/03/2023  
**Código de Muestra:** 230004192  
**Fecha de inicio de análisis:** 21/03/2023  
**Fecha de término de análisis:** 28/03/2023  
**Fecha de emisión:** 05/05/2023

Página 1 de 2

#### Físico Químicos

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	45
<b>Gasolina de 90 octanos</b>	0,001	mg/L	<b>3560,123</b>
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,55
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	22
<b>Sólidos totales</b>	10	mg/L	100
<b>Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)</b>	0,01	uS/cm	52,00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.  
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 PB-13-15-01 / V03, 20.02.03.20

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

**Pacific Control S.A.C.**  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rta de Llanavilla Mz Q Lot: 07 y 08 - Villa Salvador

Phone central: (+511) 660 2323



For general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JEKYPIC

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017, Solids, Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C ( $\mu$ S/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

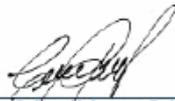
**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



  
 Quim. Cajino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"  
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los items ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-1 6-01 / V03, 20-22-03-20

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control S.A.C.**  
 Panamericana Sur Km 20.5- Santa F de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - VII Salvador  
 Phone central: (+511) 660 232

Our general terms and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CPIC

**INFORME DE ENSAYO N° 230004193/2023**

**Razón social del cliente:** Calcina Tuni Moises Anibal **RUC:** 10702280295  
**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco **CMA:** CMA2023/1947

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 06  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL., Una (01) unidad de 120 mL. Una (01) unidad de 40 mL.  
**Procedencia:** Laguna de Huacarpay, Cusco  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 20/03/2023 - 10:40 h  
**Coordenadas:** No Aplica  
**Punto de muestreo:** P-2 / SEGUNDA PECERA  
**Fecha de recepción de la muestra:** 21/03/2023  
**Código de Muestra:** 230004193  
**Fecha de inicio de análisis:** 21/03/2023  
**Fecha de término de análisis:** 26/03/2023  
**Fecha de emisión:** 05/05/2023

Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	48
<b>Gasolina de 90 octanos</b>	0,001	mg/L	3156,204
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,60
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	25
<b>Sólidos totales</b>	10	mg/L	140
<b>Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)</b>	0,01	uS/cm	62,00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.  
 o se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems requeridos. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con un tipo de producto o como certificado de asistencia de calidad de la entidad que lo produce.  
 R-13-15-01 / V03, 2022.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

**Pacific Control S.A.C.**  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa R de Llanavilla Mz. Q Lote 07 y 08 - Villa Salvador

**Phone central: (+511) 660 232**



our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CYP/C

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev.3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017, Solids, Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity, Laboratory Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.  
 "La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.  
 La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



  
 Quim. Celino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



**FIN DE DOCUMENTO**

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE".  
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producción o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-1-6-01 / V03, 2022.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control S.A.C.  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa R de Llanavilla Mz. Q Lot# 07 y 08 - Villa Salvador  
 Phone central: (+511) 660 2322



Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrolus.com](http://www.pacificcontrolus.com) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JEC/YPC

**INFORME DE ENSAYO N° 230004194/2023**

**Razón social del cliente:** Calcina Tuni Moises Anibal

**RUC:** 10702280295

**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco

**CMA:** CMA2023/1947

Producto declarado: Agua Natural / Agua Superficial  
 Número de Muestras: 06  
 Presentación: Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL, Una (01) unidad de 120 mL, Una (01) unidad de 40 mL  
 Procedencia: LAGUNA DE HUACARPAY, CUSCO  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 20/03/2023 - 11:20 h  
 Coordenadas: No Aplica  
 Punto de muestreo: P-3 / TERCERA PECERA  
 Fecha de recepción de la muestra: 21/03/2023  
 Código de Muestra: 230004194  
 Fecha de inicio de análisis: 21/03/2023  
 Fecha de término de análisis: 26/03/2023  
 Fecha de emisión: 05/05/2023

Página 1 de 2

**Físico Químicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	50
Gasolina de 90 octanos	0,001	mg/L	2789,548
pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	6,53
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg/L	27
Sólidos totales	10	mg/L	120
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	0,01	uS/cm	77,00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.  
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 R-15-1-5-01 / V03, 20.22.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz. Q Lot: 07 y 08 - Villa Salvador

Phone central: (+511) 660 2323



For general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.com](http://www.pacificcontrol.com) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CY/PCV

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió  
 "La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.  
 La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



Quim. Celino Yahuaña Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V03, 2022.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Roca de Llanavilla Mz Q Lot 07 y 08 - Villa Salvador

Phone central: (+511) 660 2323

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CYP/CY

**INFORME DE ENSAYO N° 230004195/2023**

**Razón social del cliente:** Calcina Tuní Moises Anibal **RUC:** 10702280295  
**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco **CMA:** CMA2023/1947

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 06  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL., Una (01) unidad de 120 mL., Una (01) unidad de 40 mL.  
**Procedencia:** LAGUNA DE HUACARPAY, CUSCO  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 20/03/2023 - 12:00 h  
**Coordenadas:** No Aplica  
**Punto de muestreo:** P-4 / CUARTA PECERA  
**Fecha de recepción de la muestra:** 21/03/2023  
**Código de Muestra:** 230004195  
**Fecha de inicio de análisis:** 21/03/2023  
**Fecha de término de análisis:** 26/03/2023  
**Fecha de emisión:** 05/05/2023

Página 1 de 2

**Físico Químicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	48
<b>Gasolina de 90 octanos</b>	0,001	mg/L	2989,088
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,58
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	27
<b>Sólidos totales</b>	10	mg/L	110
<b>Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)</b>	0,01	uS/cm	65,00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY N° 27120, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.  
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con una especificación o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 8-13-15-01 / V03, 20.02.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

**Pacific Control S.A.C.**  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa Salvador  
**Phone central: (+511) 660 2323**



Our general terms and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request in Spanish, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world.

JE/CYP/CY

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió  
 "La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.  
 La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".




Quim. Cejino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.  
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 R-13-15-01 / V0.3, 20.22.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control S.A.C.  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavie Mz Q Lot: 07 y 08 - Villa Salvador  
 Phone central: (+511) 660 2323



For general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.com](http://www.pacificcontrol.com) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CY/P/C

**INFORME DE ENSAYO N° 230004196/2023**
**Razón social del cliente:** Calcina Tuní Moises Anibal

**RUC:** 10702280295

**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco

**CMA:** CMA2023/1947

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 06  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL, Una (01) unidad de 120 mL Una (01) unidad de 40 mL.  
**Procedencia:** Laguna de Huarcarpay, Cusco  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 20/03/2023 - 12:40 h  
**Coordenadas:** No Aplica  
**Punto de muestreo:** P-5 / QUINTA PECERA  
**Fecha de recepción de la muestra:** 21/03/2023  
**Código de Muestra:** 230004196  
**Fecha de inicio de análisis:** 21/03/2023  
**Fecha de término de análisis:** 26/03/2023  
**Fecha de emisión:** 05/05/2023

Página 1 de 2

**Físico Químicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	51
<b>Gasolina de 90 octanos</b>	0,001	mg/L	2589,178
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,53
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	25
<b>Sólidos totales</b>	10	mg/L	130
<b>Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)</b>	0,01	uS/cm	60,00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

 No debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los items reseñados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con una de productos o como certificado de idoneidad de la entidad que lo produce.  
 R-13-15-01 / V03, 2022.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

**Pacific Control S.A.C.**  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa R de Llanavilla Mz. Q Lot# 07 y 08 - Villa Salvador

Phone central: (+511) 660 2321


 Full general terms and conditions are available in full [www.pacificcontrol.com](http://www.pacificcontrol.com) or at your request from our offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout of the world.

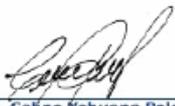
JE/CYP/C

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Cobaltimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió  
 "La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.  
 La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



Quim. Celino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V03, 20.22.03.30

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 23.5- Santa I de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - VI Salvador

Phone central: (+511) 660 23;

JE/CYP/

**INFORME DE ENSAYO N° 230004197 /2023**

**Razón social del cliente:** Calcina Tuní Moises Anibal **RUC:** 10702280295  
**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco **CMA:** CMA2023/1947

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 06  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL, Una (01) unidad de 120 mL Una (01) unidad de 40 mL  
**Procedencia:** Laguna de Huarcarpay, Cusco  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 20/03/2023 - 13:20 H  
**Coordenadas:** No Aplica  
**Punto de muestreo:** P-6 / SEXTA PECERA  
**Fecha de recepción de la muestra:** 21/03/2023  
**Código de Muestra:** 230004197  
**Fecha de inicio de análisis:** 21/03/2023  
**Fecha de término de análisis:** 26/03/2023  
**Fecha de emisión:** 05/05/2023

Página 1 de 2

**Físico Químicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	50
<b>Gasolina de 90 octanos</b>	0,001	mg/L	3487,023
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,57
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	23
<b>Sólidos totales</b>	10	mg/L	140
<b>Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)</b>	0,01	uS/cm	56,00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*

o se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con un estándar productivo o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
R-13-15-01 / V03, 2022.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control S.A.C.**  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rta de Llanavilla Mz. Q Lot# 07 y 08 - Villa Salvador  
Phone central: (+511) 660 2323

our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
**files, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world**

JE/CYP/C)

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev.3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió  
 La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.  
 La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.



*Celino Yahuana Palacios*  
 Quim. Celino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con norma de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 IR-13-16-01 / V03, 2022.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Roca de Llanavilla Mz. Q Lot 07 y 08 - Villa Salvador  
 Phone central: (+511) 660 2323

For general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.com](http://www.pacificcontrol.com) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout as the world

JE/CY/P/C

INFORME DE ENSAYO N° 230004198/2023

**Razón social del cliente:** Calcina Tuni Moises Anibal **RUC:** 10702280295  
**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco **CMA:** CMA2023/1947

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 06  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL., Una (01) unidad de 120 mL. ; Una (01) unidad de 40 mL.  
**Procedencia:** Laguna de Huarcarpay, Cusco  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 20/03/2023 - 14:00 h  
**Coordenadas:** No Aplica  
**Punto de muestreo:** P-7 / SEPTIMA PECERA  
**Fecha de recepción de la muestra:** 21/03/2023  
**Código de Muestra:** 230004198  
**Fecha de inicio de análisis:** 21/03/2023  
**Fecha de término de análisis:** 26/07/2023  
**Fecha de emisión:** 05/05/2023

Página 1 de 2

**Físico Químicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	47
<b>Gasolina de 90 octanos</b>	0,001	mg/L	2356,256
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,59
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	22
<b>Sólidos totales</b>	10	mg/L	140
<b>Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)</b>	0,01	uS/cm	50,00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.  
 o se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los items visados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 R-13-15-01 / V03, 2022.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

**Pacific Control S.A.C.**  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz. Q Lot# 07 y 08 - Villa Salvador  
**Phone central: (+51) 660 2323**



Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request files, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CY/PCY

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió  
 "La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.  
 La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



Quim. Cejino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 PR-15-15-01 / V03, 20.22.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 25.5- Santa R de Llanavilla Mz Q Lot 07 y 08 - Villa Salvador

Phone central: (+511) 660 232;

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrolus.com](http://www.pacificcontrolus.com) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CY/PIC

**INFORME DE ENSAYO N° 230004199/2023**

**Razón social del cliente:** Calcina Tuni Moises Anibal **RUC:** 10702280295  
**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco **CMA:** CMA2023/1947

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 06  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL., Una (01) unidad de 120 mL. Una (01) unidad de 40 mL.  
**Procedencia:** Laguna de Huarcarpay, Cusco  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 20/03/2023 - 14:40 h  
**Coordenadas:** No Aplica  
**Punto de muestreo:** P-8 / OCTAVA PECERA  
**Fecha de recepción de la muestra:** 21/03/2023  
**Código de Muestra:** 230004199  
**Fecha de inicio de análisis:** 21/03/2023  
**Fecha de término de análisis:** 26/08/2023  
**Fecha de emisión:** 05/05/2023

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	51
<b>Gasolina de 90 octanos</b>	0,001	mg/L	3678,115
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,52
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	26
<b>Sólidos totales</b>	10	mg/L	110
<b>Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)</b>	0,01	uS/cm	55,00

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-1.5-01 / V03, 20.22.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 20.5- Santa Ró de Llanavilla Mz Q Lot 07 y 08 - Villa Salvador

Phone central: (+511) 660 2322



Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CY/P/C

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017, Solids, Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity, Laboratory Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.  
 "La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.  
 La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



*Cejino Yahuana Palacios*  
 Quim. Cejino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"  
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 PR-13-15-01 / 1903, 20.22.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control S.A.C.  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa R de Llanavilla Mz Q Lot 07 y 08 - Villa Salvador  
 Phone central: (+511) 660 2323



Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request.  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JEKYPIC

**INFORME DE ENSAYO N° 230004200/2023**

**Razón social del cliente:** Calcina Tuní Moises Anibal **RUC:** 10702280295  
**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco **CMA:** CMA2023/1947

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 06  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL, Una (01) unidad de 120 mL Una (01) unidad de 40 mL.  
**Procedencia:** Laguna de Huarcarpay, Cusco  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 20/03/2023 - 15:20 h  
**Coordenadas:** No Aplica  
**Punto de muestreo:** P- 9 / NOVENA PECERA  
**Fecha de recepción de la muestra:** 24/03/2023  
**Código de Muestra:** 230004200  
**Fecha de inicio de análisis:** 21/03/2023  
**Fecha de término de análisis:** 26/03/2023  
**Fecha de emisión:** 05/05/2023

Página 1 de 1

**Físico Químicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	49
<b>Gasolina de 90 octanos</b>	0,001	mg/L	2256,257
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,62
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	28
<b>Sólidos totales</b>	10	mg/L	120
<b>Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)</b>	0,01	uS/cm	64,00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY Nº 27120, ARTÍCULO 171.  
 Se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los items ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con otros productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 R-13-14-01 / V03, 20.03.20

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

**Pacific Control S.A.C.**  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa R de Llanavilla Mz Q Lot 07 y 08 - Villa Salvador  
 Phone central: (+511) 660 2321



For general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JEC/YP/C

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017, Solids. Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.  
 \*La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.  
 La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente\*.



Quim. Celino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE".  
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FB-13-1-5-01 / V03, 29.02.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

**Pacific Control S.A.C.**  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa R de Llanavie Mz Q Lote 07 y 08 - Villa Salvador  
 Phone central: (+511) 660 232



Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JECYPPC

**INFORME DE ENSAYO N° 230004201/2023**

**Razón social del cliente:** Calcina Tuni Moises Anibal **RUC:** 10702280295  
**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco **CMA:** CMA2023/1947

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 06  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL, Una (01) unidad de 120 mL  
**Procedencia:** Laguna de Huarcarpay, Cusco  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 20/03/2023 - 16:00 h  
**Coordenadas:** No Aplica  
**Punto de muestreo:** P-10 / AGUA DE LA LAGUNA  
**Fecha de recepción de la muestra:** 21/03/2023  
**Código de Muestra:** 230004201  
**Fecha de inicio de análisis:** 21/03/2023  
**Fecha de término de análisis:** 26/03/2023  
**Fecha de emisión:** 05/05/2023

Página 1 de:

**Físico Químicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	47
<b>Gasolina de 90 octanos</b>	0,001	mg/L	0,010
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,61
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	25
<b>Sólidos totales</b>	10	mg/L	150
<b>Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)</b>	0,01	uS/cm	44,00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

It should not be reproduced or used in any way without the prior written consent of PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los items ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 R-13-15-01 / V03, 20.02.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 23.5- Santa R de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - VII Salvador

Phone central: (+511) 660 232



For general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CY/P/C

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev.3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017, Solids. Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió  
 "La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



Quim. Celino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"  
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems inspeccionados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V03, 2022.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control S.A.C.  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz. Q Lot 07 y 08 - Villa Salvador  
 Phone central: (+511) 660 2323



Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.com](http://www.pacificcontrol.com) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CY/PC

INFORME DE ENSAYO N° 230004202/2023

**Razón social del cliente:** Calcina Tuní Moises Anibal **RUC:** 10702280295  
**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco **CMA:** CMA2023/1947

**Producto declarado:** Agua Natural / Agua Superficial  
**Número de Muestras:** 06  
**Presentación:** Frasco de Plástico / Dos (02) unidades de 1L, Dos(02) unidades de 250 mL, Una (01) unidad de 120 mL, Una (01) unidad de 40 mL.  
**Procedencia:** Laguna de Huarcarpa  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 20/03/2023 - 16:40 h  
**Coordenadas:** No Aplica  
**Punto de muestreo:** P-11 / AGUA + GASOLINA  
**Fecha de recepción de la muestra:** 21/03/2023  
**Código de Muestra:** 230004202  
**Fecha de inicio de análisis:** 21/03/2023  
**Fecha de término de análisis:** 26/03/2023  
**Fecha de emisión:** 05/05/2023

Página 1 de 1

**Físico Químicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	52
<b>Gasolina de 90 octanos</b>	0,001	mg/L	3456,245
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,63
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	29
<b>Sólidos totales</b>	10	mg/L	120
<b>Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)</b>	0,01	uS/cm	33,00

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control S.A.C.  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa R de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa Salvador  
Phone central: (+511) 660 232

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world



JECY/P/C

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017, Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	EPA method 8015 C Rev3
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Sólidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Solids Dried at 103-105 °C.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



*Cajino Yahuana Palacios*  
 Quim. Cajino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



**FIN DE DOCUMENTO**

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

Se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los items ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con una de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 R-13-15-01 / V03, 2022.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

**Pacific Control S.A.C.**

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lot 07 y 08 - Villa Salvador

Phone central: (+511) 660 2323

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request from our offices, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world



JE/CYP/CY

**INFORME DE ENSAYO N° 230004574/2023**

**Razón social del cliente:** Calcina Tuni Moises Anbal **RUC:** 10702280295  
**Domicilio legal del cliente:** PPJJ Viva el Perú R-3 Santiago Cusco **CMA:** CMA2023/2502

Producto declarado: CASCARA DE CAFE  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frasco de Vidrio / Tres (03) unidades de 700 g Aprox  
 Procedencia: No Aplica  
 Condición de la muestra: Temperatura Ambiente  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: No Aplica  
 Coordenadas: No Aplica  
 Punto de muestreo: No Aplica  
 Fecha de recepción de la muestra: 03/04/2023  
 Código de Muestra: 230004574  
 Fecha de inicio de análisis: 03/04/2023  
 Fecha de término de análisis: 03/06/2023  
 Fecha de emisión: 03/06/2023

Página 1 de 2

**Físico Químicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Densidad aparente</b>	---	kg/m3	140,4
<b>Densidad</b>	---	kg/m3	1229,5
<b>Humedad</b>	0,01	g/100g	10,94
<b>Porosidad</b>	---	---	0,8858

**Sensoriales**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Diámetro</b>		mm	6 - 15

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Densidad aparente	MP-13-01-01 Densidad Aparente en alimentos sólidos

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO DE CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE!

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 PR-13-16-01 / V03, 2022.03.20

Our general terms and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing in dependant testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control S.A.C.**  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Umanilla Mz Q Lot 07 y 08 - Villa el Salvador  
**Phone central: (+511) 660 2323**

JE/CY/PC

Densidad	MP-13-01-02 Método gravimétrico en alimentos sólidos
Humedad	NTP-ISO 37.26 2003 (revisada el 2014). Café instantáneo. Determinación de la pérdida de masa a 70 °C bajo presión reducida. 1ª Edición
Porosidad	MP-13-01-03 Determinación de la porosidad de granos
Diámetro	Medición directa

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



  
**Quim. Celino Yahuana Palacios**  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL S.A.C



**FIN DE DOCUMENTO**

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

PR-13-16-01 / V03, 2022-03-20

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request. Offices, Resident Inspectors, Joint Ventures, and Representatives throughout the world.

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control S.A.C.**

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Umanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

Phone central: (+511) 660 2323

JE/CY/PC