



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Reducción de metales pesados y grasas presente en la
cuenca media de las aguas del río Rímac utilizando el filtro de
grafeno – Lima 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Culque Maldonado, Neslyt Zulmira (ORCID: [0000-0002-4766-8329](https://orcid.org/0000-0002-4766-8329))

Leno Avila, Brayan Alcides (ORCID: [0000-0001-9961-9038](https://orcid.org/0000-0001-9961-9038))

ASESOR:

Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo (ORCID: [0000-0003-2526-112X](https://orcid.org/0000-0003-2526-112X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a nuestros padres quienes nos dieron vida, educación, apoyo y consejos. A nuestros compañeros de estudio, a nuestros maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradecemos desde el fondo de nuestras almas. Para todos ellos hacemos esta dedicatoria.

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo agradecemos a Dios por ser nuestro guía y por acompañarnos en el transcurso de nuestra vida, brindándonos paciencia y sabiduría para culminar con éxito nuestras metas propuestas.

A nuestros padres por ser nuestro pilar fundamental y habernos apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Agradecemos a nuestro asesor de tesis Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores quien con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó en la investigación.

Agradecemos a todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, nos motivaron a desarrollarnos como persona y profesional en la Universidad César Vallejo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	23
3.1. Tipo y diseño de investigación.	23
3.2. Variables de operacionalización	24
3.3. Población, muestra y muestreo	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.5. Procedimientos	26
3.6. Métodos de análisis de datos	33
3.7. Aspectos éticos	34
IV RESULTADOS	34
V. DISCUSIONES	50
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de validación	25
Tabla 2. Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgica	29
Tabla 3. Características físicas del grafeno	31
Tabla 4. Parámetros de campo presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con el filtro de grafeno	34
Tabla 5. Parámetros de campo presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con el filtro de grafeno.	42
Tabla 6. Resumen del procesamiento de los casos	42
Tabla 7. Descriptivos	42
Tabla 8. Pruebas de normalidad	44
Tabla 9. Concentración de cobre presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con filtro de grafeno	45
Tabla 10- Resumen del procesamiento de los casos	45
Tabla 11. Descriptivos.	46
Tabla 12. Pruebas de normalidad	46
Tabla 13. Los aceites y grasas presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con filtro de grafeno	47
Tabla 14. Resumen del procesamiento de los casos	47
Tabla 15. Descriptivos	47
Tabla 16. Pruebas de normalidad	48
Tabla 17. Prueba de homogeneidad de varianzas	49
Tabla 18. ANOVA de un factor	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grafeno: Imagen de una sola capa de grafeno observada con un microscopio electrónico	20
Figura 2. Procedimiento para la elaboración del grafeno	21
Figura 3. Zona de estudio	27
Figura 4. Toma de muestra de la cuenca media del Río Rímac	28
Figura 5. Pesaje para la fabricación de un filtro de grafeno: (a) quitosano, (b) grafeno reducido	30
Figura 6. Calentando el glutaraldehído para que se infiltre en el grafeno	31
Figura 7. Diagrama de Flujo de la fabricación del filtro de grafeno	32
Figura 8. Iniciando el tratamiento de las aguas con el filtro de grafeno	33
Figura 9. Curva de calibración para obtener cobre II	35
Figura 10. Concentración de cobre antes del tratamiento	35
Figura 11. Concentración de cobre después del tratamiento	36
Figura 12. Concentración de cobre después del tratamiento	36
Figura 13. Concentración de cobre después del tratamiento	37
Figura 14. Concentración de cobre después del tratamiento	37
Figura 15. Concentración de cobre después del tratamiento	38
Figura 16. Concentración de cobre después del tratamiento	39
Figura 17. Concentración de cobre después del tratamiento	39
Figura 18. Concentración de cobre después del tratamiento	40
Figura 19. Concentración de cobre después del tratamiento	40

RESUMEN

La presente investigación se basa en reducción de la concentración de cobre y grasas presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac utilizando el filtro de grafeno, para el cual se determinó propiedades físicas y químicas, pH, turbidez, oxígeno disuelto, dco, temperatura, color, olor en las aguas en estudio. En la primera etapa se realizó la recolección de muestras, para ser analizada el pH y temperatura, se separó 3 muestras de 4g, 8g y 12 g de grafeno reducido, 10 ml de ácido acético y agua desionizada, se colocó en el sonicador por 30 minutos y se agregó 1 g de quitosano en cada muestra y se agita hasta obtener una mezcla homogénea que luego se llevó nuevamente al sonicador por 4 horas a temperatura de 60 °C.

En la segunda etapa separamos el agua y el ácido acético del grafeno utilizando nitrógeno líquido para no dañar la esponja, se seca por 1 día a temperatura ambiente, posteriormente en el mechero colocar el matraz con volumen de glutaraldehído y encima la esponja de grafeno por 10 minutos para que condense y quede infiltrado en la esponja, luego se seca 24 horas al aire libre para ser utilizada.

Finalmente se concluyó que la concentración de cobre antes y después del tratamiento con el filtro de grafeno mediante la curva de calibración con el equipo de espectrofotómetro que fue Cu II 3313.83945 mg/L hasta 1901.56193 mg/L, en aceites y grasas antes y después del tratamiento utilizando el filtro de grafeno fue 4.5079 mg/L hasta <0.25 mg/L.

Palabras clave: concentración, esponja de grafeno, reducción, cobre y aceites y grasas

ABSTRACT

This research is based on reducing the concentration of copper and fats present in the waters of the middle basin of the Rímac river using the graphene filter, for which physical and chemical properties, pH, turbidity, dissolved oxygen, COD, were determined. temperature, color, odor in the waters under study.

In the first stage the collection of samples was carried out, to be analyzed the pH and temperature, 3 samples of 4g, 8g and 12 g of reduced graphene, 10 ml of acetic acid and deionized water were separated, they were placed in the sonicator for 30 minutes and 1 g of chitosan was added to each sample and stirred until a homogeneous mixture was obtained, which was then returned to the sonicator for 4 hours at a temperature of 60 ° C.

In the second stage we separate the water and the acetic acid from the graphene using liquid nitrogen so as not to damage the sponge, it will dry for 1 day at room temperature, then in the burner place the flask with volume of glutaraldehyde and on top the graphene sponge for 10 minutes so that it condenses and is infiltrated in the sponge, then it will dry 24 hours in the open air to be used.

Finally, it was concluded that the copper concentration before and after the treatment with the graphene filter by means of the calibration curve with the spectrophotometer equipment that was, in oils and fats before and after the Cu II 3313.83945 mg/L hasta 1901.56193 mg/L, Treatment using the graphene filter was 4.5079 mg /L to <0.25 mg /L.

Keywords: concentration, graphene sponge, reduction, copper and oils and fats

I. INTRODUCCIÓN

Los ríos que proveen agua a toda Lima Metropolitana se están viendo perjudicados por las liberaciones de residuos que son ocasionados por las mineras, por la industria, la actividad agrícola y los desagües caseros. En particular la cuenca del río Rímac revela grados graves de contaminación. Según Aqua fondo (2015) nos señala que: “El Río Rímac, es el fundamental abastecedor de agua para los habitantes de Lima, acoge a partir de su origen hasta su desembocadura en el océano, centenares de liberaciones de aguas residuales caseras industriales y mineras”. Como se conoce el río Rímac padece de contaminación industrial; debido a que, en la quebrada Huaycoloro, perteneciente a Chosica, subsisten alrededor de diez compañías que son inmensamente contaminantes. Se ha alcanzado hasta el punto que, en ciertos lugares contiguos a las lavanderías y empresas textiles, el río sostiene un color azul y gris.

Si estas aguas no se descontaminan sería perjudicial para la salud humana debido a que en algunos sectores toman agua directa del río o de los canales de riego, esta población se encuentra expuesta a los altos niveles de coliformes y a los residuos de los fertilizantes que son usados para la producción agrícola. Según Aquafondo (2015) nos indica que: “Los niños son los que padecen enfermedades diarreicas y diversos metales pesados son tóxicos a largo plazo. Por otra parte, los agricultores que están en conexión directa con esta agua al irrigar sus cultivos o familias que utilizan las playas de este río como su zona de diversión, padecen de enfermedades de la piel con el tiempo”.

Los instrumentos centrados en grafeno para el control ambiental y el tratamiento de agua y aguas residuales, implican un enorme paso hacia adelante y logran actuar un papel importante en la lenta, pero también ineludible transformación para un mundo más sustentable. El Filtro de Grafeno se ha empleado tanto como para la disolución por filtración en función del tamaño de las diversas moléculas como para la regeneración electroquímica de contaminantes. El Filtro de Grafeno, tiene características antibacterianas y anti-ensuciamiento, y de igual forma puede lograr prevenir la corrosión y ser impermeable a ácidos en oficio de su microestructura. El Filtro de Grafeno detenido en agua puede ser

sencillamente filtrado sobre papel de filtro y usado como membrana en la cual los átomos de oxígeno insertan un espacio entre las capas atómicas de carbono. El espacio entre capas de carbono tan precisa puede ser diseñado para autorizar pasar a ciertas moléculas y detener otras en función de su tamaño; y por eso se han aplicado para la desalinización y la supresión de contaminantes.

Asimismo, teniendo en cuenta la problemática expuesta nace la siguiente pregunta ¿En qué medida la utilización del filtro de óxido de grafeno reduce el cobre y aceites - grasas presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac?

Por otro lado, la contaminación ambiental es una de las incógnitas más inquietantes a nivel global donde los habitantes son los primeros en afrontar sus consecuencias. Debido a que, la polución por metales pesados y grasas en los efluentes de los ríos ha ido en aumento anualmente a causa del crecimiento demográfico, población y a la procreación de industrias contaminantes a los cuales no elaboran soluciones para sus aguas residuales tanto que estos tardan en eliminarse de forma natural.

Al hablar de la eliminación de los residuos de las aguas residuales y de los metales pesados por aguas residuales de la actividad minera, nos referimos a un tratamiento dirigido al depósito definitivo o a la demolición de residuos ejecutado sin poner en riesgo la salud de las personas y sin emplear procedimientos que puedan provocar daños al medio ambiente. Según Rojas y Sánchez (2020) capacidad de absorción de una materia compuesta a base de bentonita y óxido de grafeno para quitar arsénico en agua contaminada, nos indica que existe la eliminación por el grafeno capaz de eliminar los metales pesados y grasas con una capacidad de absorción muy significativa mayor a 95 %, por lo que podemos decir que esta es una alternativa para la eliminación de los metales pesados y grasas provenientes de las aguas residuales domésticas y mineras.

La presente investigación se basó en la reducción de carga contaminante de cobre y aceites - grasas presente en las aguas del río Rímac mediante filtro de grafeno, con el propósito de poder mejorar las investigaciones a futuro para un resultado masivo contra la contaminación hídrica en los diversos puntos de la ciudad que se dan mediante estas aguas residuales domésticas y mineras. Es por ello que, el actual estudio producirá muestreos en la cuenca media del río Rímac, y se aplicará la técnica del filtro de grafeno, necesario para la reducción de la carga contaminante.

Del mismo modo, tenemos como objetivo general reducir la concentración de cobre y grasas presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac utilizando filtro de grafeno, Lima; también como objetivos específicos tenemos determinar los parámetros de campo presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento; determinar la concentración de cobre presente en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con filtro de grafeno; determinar los aceites y grasas presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con filtro de grafeno.

Además, el filtro de grafeno reducirá los contaminantes de metales pesados y grasas presentes en la cuenca media de las aguas del río Rímac - 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Junxing y Kangbing (2018), En su investigación “Eliminación rápida, eficiente y económica de tintes orgánicos y metales pesados de las aguas residuales mediante la reducción in situ inducida por zinc y la precipitación de óxido de grafeno”, Consideran que utilizando el óxido de grafeno (GO) se elimina rápida, eficiente y económicamente colorantes orgánicos y se informa sobre iones de metales pesados. Este método se realizó agregando GO, Zn en polvo y NH_4Cl en las aguas residuales y agitando la solución a condiciones ambientales durante un período corto (<10 min). Durante este proceso, NH_4Cl cataliza la reducción de GO por polvo de Zn y provoca la rápida absorción in situ y la precipitación casi completa de contaminantes por óxido de grafeno nanoporoso y recientemente reducido (rGO), el cual, mejora eficientemente la capacidad de adsorción y reduce el tiempo de adsorción para el tratamiento del agua. Las capacidades de adsorción de colorantes orgánicos (metileno, rojo congo, amarillo limón) e iones de metales pesados (Cd^{2+} y Pb^{2+}) fueron 2.6, 7.6, 3.2, 8.4 y 17.9. Las eficiencias de eliminación están todas por encima del 98,46% y se obtiene una eficiencia de eliminación máxima del 99,99% para Pb^{2+} . Además, los subproductos del tratamiento del agua son rGO con exceso de polvo de Zn y NH_4 . El agua que contiene Cl se puede utilizar adicionalmente en campos energéticos o agrícolas. El trabajo establece un nuevo enfoque para la prometedora aplicación de GO en el campo del tratamiento de aguas con alta eficiencia y buenas perspectivas económicas.

Jiabin y Ningning (2019), en su investigación “Variaciones inducidas por el óxido de grafeno en el rendimiento del procesamiento, la dinámica de la comunidad microbiana y la especiación de metales pesados durante el compostaje de estiércol de cerdo”. considerando los efectos del GO sobre las características fisicoquímicas y biológicas durante el compostaje de estiércol de cerdo se realizaron cuatro tratamientos con la adición de GO (0, 0.1%, 0,25% y 0.5% de peso seco de la masa de compostaje, respectivamente). Los resultados indicaron que la adición de GO promovió eficazmente los parámetros fisicoquímicos y la madurez del compost, y en particular mejoró el índice de

germinación de la semilla (IG), con un 0.25% de adición de GO tuvo el IG más alto de 112% al final del compostaje. La adición de GO también mejoró significativamente la atenuación de la materia orgánica y redujo la pérdida de nitrógeno. Las propiedades beneficiosas del entorno de compostaje optimizado de GO, aceleraron el proceso de compostaje y facilitaron el crecimiento microbiano durante el proceso de compostaje. Los contenidos de Cu y Zn intercambiables se redujeron significativamente por la adición de G después del compostaje, y el 0.5% de GO contribuyó respectivamente con el 74.86% y el 43.05% de la pasivación de Cu y Zn. Generalmente, la adición de 0.25% de GO fue beneficiosa para el crecimiento microbiano y la madurez del compost, mientras que 0.

Mejillón y Romero (2018), en su investigación “Elaboración de un filtro de barro compuesto de arcilla roja, óxido de grafeno y nanopartículas de plata para el tratamiento de aguas del Río Chimbo” consideran la elaboración 2 filtros con diferentes tipos de acumulación de 0.3 % y 0.5 % de óxido de grafeno, las muestras se analizaron conforme a los grados de cadmio, cromo y coliformes fecales los cuales superan los márgenes máximos admisibles. El resultado más favorable fue el de 0.5 % de óxido de grafeno el cual es idóneo de supresión del cadmio, cromo y coliformes fecales.

Gordon (2017), en su investigación “Aplicabilidad del compósito goethita/ óxido de grafeno reducido para remover metales pesados de aguas contaminadas” considero que la absorción de Pb 2 en óxido de grafeno (GO) en dos compósitos reducido con distintas conexiones de masa, el cual los sintetizaron desde una mina de lápiz los cuales a través de la espectroscopia Raman caracterizaron los compuestos en el cual en el compósito 1 se utilizó menor concentración de GO el cual presentó acumulación de nanovarillas de gotita en las láminas de grafeno, entre tanto en el compósito 2 se empleó mayor acumulación de GO el cual tuvo una repartición uniforme y distanciada de nano varillas, estos resultados se ajustaron al sistema de Langmuir de amplitud de adsorción de 277.78 mg/g y 200 mg/g para el compósito 2 y 138.89 mg/g para el compósito.

En conclusión, el GO sintetizó 118 veces más asequible que el importado que Ecuador.

Telles (2019), en su investigación “Síntesis y funcionalización de Óxido de Grafeno para su uso como adsorbente de Arsénico en agua” considero el resumen de dos nanomateriales de óxido de grafeno para evaluar los resultados de pH en la eliminación de grupos de arsénico del agua. En el estudio la síntesis de los nanomateriales se llevó a cabo en **dos etapas, estudiando la microestructura, la morfología y los grupos funcionales presentes en el dos nanomateriales. Las soluciones obtenidas del resumen recomiendan mojar los nanomateriales, después de identificar e identificar los dos nanomateriales, y sus usos prácticos se derivarán de las soluciones. El agua de arsénico se tabuló utilizando la norma ASTM D2972-15 (Sociedad Internacional para Pruebas de Materiales, ASTM International), los resultados se pronosticaron a un nivel acumulativo conocido de 1 mg/L de grados de arsénico (As III) y arseniato (As V), respectivamente. Las pruebas de adsorción se realizaron en un slide-by-chip con una fracción de adsorbente de 1,25 g/L y un volumen de solución de 10 mL para valores de pH 3, 5,7 y 11 para cada tipo de arsénico por nanomaterial. Gracias a este estudio, es posible distinguir dos elementos esquemáticos y funcionales bajo el mismo término, y obtener soluciones óptimas durante la adsorción de iones As (III) y As (V) con óxido de grafeno. El mayor volumen de absorción se logró a pH 5 para As(III) 0,260 mg/g ya pH 7 para As(V) 0,08, ambos con óxido de grafeno**

Bloor, et al. (2021), en su investigación “Aerogeles de biopolímero de óxido de grafeno para la eliminación de plomo del agua potable mediante una nueva cascada de intercambio iónico mejorada con nanopartículas” consideró realizar un aerogel de precio bajo esquematizado de óxido de grafeno (GO) reticulado de alginato para quitar Pb 2 de agua potable. La estructura de los aerogeles era de círculos de 50 mm de diámetro,

5 mm de profundidad y representados por una red porosa abierta de 50 a 150 micrómetros que son como robustos después de la hidratación. Primeramente, este estudio se desarrolló usando un procedimiento de adsorción por porciones desde una acumulación inicial de 0.48 mm (100 mg/ L) de Pb. 2 en el agua extra pura a lo largo de 240 min, n = 4 con monitoreo. La segunda secuencia de

prueba diferenció la adsorción de distintos iones contrarios en diversas valencias (Na, Ca²⁺, Cu²⁺) en un ambiente parejo. Una tercera secuencia de prueba examinó Pb²⁺ desorción del aerogel a pH bajo y en estado muy ácidos. Este fácil método de filtrado, justificado en un método de adsorción por porciones, manifiesta una alta semejanza por el Pb²⁺ produciendo una capacidad de adsorción máxima media ultra alta de 504 mg/g de Pb²⁺ en 240 minutos a pH 5. Este aerogel también alcanza a aspirar otras sales metálicas tóxicas como La Cu²⁺ con un espacio de 146 y 193 mg/g correspondientemente. Asimismo, la forma de aerogel se puede lavar con ácido quitando el 98% del Pb²⁺ de la forma en 3 minutos. En conclusión, las cifras exponen que los aerogeles de alginato GO son inmensamente para quitar el Pb²⁺ del agua y el instrumento primordial comprometido es el intercambio de iones, aun cuando otras manifestaciones como el túnel de protones logren ser un causante que ayude con la eficacia ultra alta del aerogel para Pb²⁺ remediación.

Moshari, et al. (2020), en su investigación “Estudio de adsorción de iones de plomo sobre compuesto de azufre / óxido de grafeno reducido” considero que el óxido de grafeno reducido reformado por azufre (S / RGO) se recopila por medio del método verde. El S / RGO se usa como catalizador para la supresión de iones de plomo (Pb mediante la adsorción). Se investigan las consecuencias de distintos indicadores sobre la adsorción de iones de plomo mediante S / RGO. Estos indicadores incluyen la dosis de adsorbente, pH del resultado, duración de adsorción y acumulación inicial de Pb²⁺. El microscopio electrónico de barrido (SEM), la espectroscopia fotoelectrónica de rayos X (XPS) y la espectroscopia infrarroja (IR) se usan para la interpretación de las pruebas S / RGO listas. Además, se estudia el instrumento de exclusión de iones de plomo por el reciente catalizador. Aprender los aspectos cinéticos de la adsorción de Pb²⁺ por S / RGO, se usan 3 patrones distintos que implican, pseudo-primer orden, pseudosegundo orden y divulgación intrapartícula.

Huang, et al. (2013), en su investigación “Fabricación Sol-Gel de una membrana de óxido de grafeno no laminado para la separación de aceite / agua” consideraron que la elaboración de una membrana de óxido de grafeno no laminada enlazada con polietilenimina a través de una técnica sol-gel de un

único paso. En la membrana preparada, las nanohojas GO permanecen desorganizadas como en el estado del sol para componer una estructura de ensamblaje GO idónea al azar, lo que da como solución un flujo mucho mayor a diferencia de la membrana GO laminada general preparada a través de filtración al vacío o revestimiento por rotación debido a la mínima resistencia al flujo. Hemos certificado la membrana para dividir un grupo de emulsiones de aceite en agua sin tensioactivo y fijadas con tensioactivo. Se consiguió una alta eficacia de separación (>99%) y flujo usando solo la gravedad sin nada de poder extra, demasiado más grande que las membranas de filtración comerciales con posesiones de permeación semejantes. Asimismo, la membrana demuestra un magnífico rendimiento antiincrustante para las gotas de aceite y se logra reciclar sencillamente para una utilización prolongada.

Zhan, et al. (2018), en su investigación “Nanotubos de poli (éter de arileno nitrilo) /halloysita térmica y químicamente estables membranas compuestas nanofibras de óxido de grafeno intercalado para separación de emulsión de aceite / agua eficiente en entornos hostiles” consideraron la división de aguas residuales de emulsión de aceite / agua en duros corrosivos y de alta temperatura. Generalmente, la forma micro / nano rugosa y la propiedad hidrofílica de la poli dopamina colaboraron a la naturaleza super hidrófila y superoleófoba subacuática del compuesto membranas. Por eso, las membranas compuestas mostraron un alto vínculo de rechazo (más del 99,0%) y destacado rendimiento antiincrustante para muchas emulsiones de aceite / agua. Asimismo, el monitoreo del canal flexible de la capa de piel por intercambio de HNT, capa de soporte de PEN poroso y posesión de super humectación dio a las membranas compuestas con elevado flujo de permeado (1130.56 L / m² · h). Pero lo más fundamental, las membranas compuestas resultantes pueden desunir varios elevada temperatura (90°C), ácido corrosivo fuerte (pH = 1) y básico (pH = 14) aceitoso emulsiones con elevada eficacia de desunión y óptima reutilización, enseñando la aplicación esperanzadora para la pureza del agua y la restauración de recursos.

Jiawei, et al. (2018), en su investigación "Preparación en un solo paso de la membrana GO / SiO₂ para una separación altamente eficiente de la emulsión de aceite en agua" consideraron el incremento de membranas de filtración con agua ultra alta para la división de emulsiones de aceite en agua a través de un planteamiento de bajo consumo de energía es ahora una demanda urgente. La nueva membrana nanocompuesta con posesiones superhidrofílicas y superoleóforas bajo el agua se ha dispuesto con éxito a través de vacío en un solo paso. La filtración de un grafeno / SiO acuoso se separa en un micro sustrato de filtración. En vista de la adición de SiO nanopartículas, el área entre capas de las capas de óxido de grafeno (GO) se agranda, lo que accede a estas membranas para dividir una diferencia de emulsiones de aceite en agua con agua ultra alta (>4550 l m⁻² h⁻¹ bar⁻¹), un progreso de órdenes de magnitud en contraste con la membrana GO pura, y además mejor a diferencia de la mayor parte de las membranas comercializadas. El enfoque sugerido, idóneo, que reduce tiempo (<10 minutos) y de costo reducido ofrece el medio de una elaboración masiva y lanza luz en las aplicaciones comerciales del tratamiento de agua de los residuos de aceite en agua en la industria y la vida cotidiana.

Zhu, et al. (2018), en su investigación "Propiedades de separación de emulsión de aceite en agua muy mejoradas de la membrana de óxido de grafeno tras la composición con nanotubos de haloisita" consideraron las membranas a raíz de óxido de grafeno (GO) ofrecen una oportunidad prometedora para la división de emulsiones de aceite en agua con una elevada eficacia de división. Las mediciones de XRD y TEM enseñaron la intercalación eficaz de HNT en las capas intermedias de nanohojas GO. Con la integración de los nanotubos de halloisita de forma tubular vacía unidimensional, la membrana GO-HNT (GOH) tenía ventajas mezcladas de elevada tasa de rechazo de aceite y magníficas propiedades de fortaleza a la suciedad. Los flujos de permeado incrementaron de 286,6 L / (m² · H) para membrana GO hasta 716 L / (m² · H) para membrana GOH. Las soluciones expresan que las membranas GOH poseen enormes aplicaciones potenciales en el saneamiento del agua y el tratamiento de aguas servidas. Manifestamos que esta membrana GOH tenía la capacidad de dividir emulsiones aceite-agua fijadas con surfactante con una elevada eficacia de

división en términos de medida de rechazo de aceite. Por consiguiente, la membrana GOH es esperanzadora para aplicaciones prácticas tal como aguas servidas oleosas de fábricas y aguas oceánicas contaminadas.

Liu, et al. (2017), en su investigación “Un método inducido por el mejillón para fabricar membranas de nanotubos de halloysita / óxido de grafeno reducido para aplicaciones multifuncionales en la purificación de agua y separación de aceite / agua” consideraron que la membrana se esquematiza a través de la modificación de poli dopamina (PDA) y montura en el área de la membrana comercial de acetato de celulosa (CA) formando una membrana PDA / RGO / HNT – CA. El PDA / RGO / HNT fue personalizado por difracción de rayos X (XRD), fotoelectrón de rayos X espectroscopia (XPS), espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT – IR) y microscopía electrónica de transmisión (TEM). Asimismo, el barrido de electrones microscopía (SEM) y microscopía de fuerza atómica (AFM) se usaron para descubrir la forma morfológica del área y la rugosidad del composite de membranas, correspondientemente. Un ensayo de hidrofiliidad probó que el flujo de la membrana PDA / RGO / HNT se mejoró radicalmente con una conexión HNT creciente y las tasaciones de retención de azul de metileno (MB), rojo congo (CR), Cu 2 y Cr 3 eran 99.72%, 99.09%, 99.74% y 99.01%, correspondientemente. La tasación de división de la emulsión de aceite / agua era de alrededor de 99.85% para 0.15 g de membrana PDA / RGO / HNTs. Lo principal aun, los ensayos de reciclaje y antiincrustante mostraron que el HNT modificado la membrana mostró una capacidad antiincrustante superior luego de tres ciclos. Acá, se logra esperar que esta clase de membrana tenga un enorme potencial como un aspirante favorable en la purificación práctica de agua.

Kang, et al. (2021), en su investigación “Membrana de grafeno nanoporoso funcionalizado con nanofiltración ultrarrápida y estable” consideraron la elaboración de una membrana de grafeno nanoporoso funcionalizado (FNG) para moderar los inconvenientes actuales que dañan a las membranas de óxido de grafeno (GO). El GO se accionó térmicamente a 650°C para elaborar una

lámina de carbono nanoporoso con forma turboestrática (tamaño de poro <4 nm).

Absolutamente funcionalizado con conjunto que incluyen oxígeno por KMnO_4 tratamiento y redispersado en agua para consignar una capa de FNG en un apoyo polimérico poroso. La membrana FNG mostró una permeabilidad ultrarrápida al agua (586 Lm – 2 h – 1 bar – 1) y división molecular precisa (corte de peso molecular: 269 Da). La utilidad de la membrana sobrepasa el margen superior de los polímeros notificados precedentemente y las membranas de nanofiltración fundidas en componentes bidimensionales por el efecto sinérgico de los nanoporos y las agrupaciones que incluyen oxígeno. Asimismo, el manejo útil de la membrana FNG es posible con flujo cruzado, y el descenso del flujo de agua por las moléculas filtradas se elimina en enorme tamaño por la presencia de muchos nanoporos a diferencia con las membranas GO convencionales.

Cortinez (2018), en su investigación “Separación y caracterización del papel óxido de grafeno y del papel de óxido de grafeno con quitosano para reducir el azul de metileno” considero que el colorante azul de metileno tuvo como resultado 370.4 mg/g y 103.1 mg/g respectivamente. Concluyen que es mejor usar la primera solución ya que el hecho de que tiene masa debido a la hibridación.

Zolezzi (2017), en su investigación “Cotejo 2 diferentes estados de óxidos de grafeno para eliminar partículas y contaminantes disueltos” considero que la máxima adsorción (OGA) es 476 mg/g y con un estado de oxidación bajo. El caso del oxido de grafeno es 312 mg/g y adsorción OGA 105 mg/g; GOB de 260 mg/g. concluimos que al aumentar los niveles de óxido de grafeno la adsorción aumento, es negativa para aniónicos solubles, pero positiva para particulados.

Ramos (2018), en su investigación “The impact of Graphene Oxide Surface Chemistry in Application Development” considero la síntesis, activación y explicación los sistemas de conducción de adsorbentes. El OG estuvo activo de 82 mg/g a 109 mg/g para As (III) y de 89 a 128 mg/g para A. Se concluye la

eficacia en un 65 % del As(III) y 99.9 % para el plomo y el cobre, por lo que es una ventaja para nuestro medio ambiente.

Gonçalves (2019), en su investigación "Nanofiltro de óxido de grafeno revisados para el tratamiento de aguas subterráneas contaminadas" Realizo la fabricación de filtros de óxido de grafeno para aplicar al proceso de aguas subterráneas contaminadas. Los resultados fueron 277 µg/L de cobre, 24 µg/L de cromo y 10.7 µg/L de sodio. Por lo tanto, por finalizar se deduce que la filtración de nanomateriales de óxido de grafeno potencia o mejora las técnicas de tratamiento de las aguas subterráneas.

Ma (2018), en su investigación "Fabricación en un solo paso de -ciclodextrina magnética modificada nano híbridos de óxido de grafeno para adsorción del plomo, cobre y azul de metileno en soluciones acuosas" considero diseñar un nanocompuesto de óxido de grafeno desnaturalizado usando - (- CD/MOG) para reducir plomo, cobre y azul de metileno. El efecto fue una adsorción de 279 mg/g de Plomo con una eficacia del 82.67%, 51.29 mg/g de Cu con una eliminación del 82,70% y 92 mg/g azul de metileno con una eliminación del 46.89%. Por lo tanto, concluye que el nano híbrido está en condiciones y propiedades adecuadas la adsorción de contaminantes, ya que es efectivo como mediador.

Wang (2016), en su investigación "Óxido de grafeno modificado con ácido tartárico como un adsorbente novedoso, eliminación de cobre y plomo de alta eficiencia de soluciones acuosas" considero emplear para la eliminación eficaz de los iones, (OG - TA), con una permeabilidad suprema de 375 mg/g y 125.63 mg/g. Por lo tanto, se resulta que el (OG - TA) se adsorbe rápidamente, el cual confirmamos altamente efectivo en la descontaminación.

Bezerra (2018), en su investigación "Estudio de la producción y aplicación de grafito y óxidos de grafeno para eliminar contaminantes en medios acuosos" considero sintetizar, analizar y comparar para la exclusión de colorantes de aguas residuales industriales de tintura textil. Esto mostro que la mejor adsorción ocurrió cuando el pH estuvo entre 56, la concentración fue de 61 mg/L

(muestra OG con 26 ml de H₂SO₄) y 71 mg/l (muestra OG con 24 ml de H₂SO₄), obtuvo adsorción máxima de 505 mg/g y 365 mg/g. el cual depuro la turbidez y el color de estas aguas residuales reales de teñido de textiles mediante el tratamiento de adsorción con OG.

Shahzad (2017), en su investigación “Eliminación de metales pesados mediante EDTA – nanocompuestos funcionales de óxido de grafeno y quitosano” considero funcional al OD magnético (EDTA - MCS/OG) para la eliminación por lo que adsorción es de 207 mg/g de plomo, cobre 43 del estaño. Por lo tanto, los materiales derivados de OG fueron efectivos para eliminar residuales.

Hamilton, Rincón (2019), en su investigación “El empleo del oxido de grafeno excelente en la eliminación de cromo en sustratos de agua con propiedades de productos residuales a base de agua para el proceso de curtido” Pretendió determinar que el cromo en sustratos de agua tiene un buen efecto, usando nano láminas de grafeno llamadas pruebas de óxido de grafeno (GO) con responsabilidad y análisis. Los resultados utilizando un programa llamado MINITAB®, el que evalúa las nano laminas, variables y el cual nos permitirá componer un conjunto de variables y el mejor ajuste para la eliminación de cromo en el sistema. Además, se sugiere utilizar un modelo lineal para determinar la cantidad de GO suficiente para reducir. De igual forma, evaluaron teoría y práctica con el instrumento R STUDIO 2 el resultado de pH es 8 en 90 min con concentración GO de 49.99 mg/l, para utilizar óxido de grafeno, encontrando la máxima capacidad reductora de 2,03 mg Cr /mg de GO.

2.2 Antecedentes Nacionales

Jaramillo (2018) , en su investigación “Remoción de aceites y grasa mediante óxido de grafeno artesanal en el centro de lavado Splash San Miguel - Lima, 2018” consideró la determinación de la finalidad del óxido de grafeno en la erradicación aceites y grasas en cantidades de 10 gramos y en duración de 10 minutos en el centro de lavado de autos de igual modo la optimización del

proceso de aguas sobrantes con aceites y grasas dándole posterior procedimiento con óxido de grafeno el cual apoyo a la supresión de aceites y grasas otorgando la incrementación del agua manteniendo asimismo a esta empresa ECO SOSTENIBLE, la adquisición del óxido de grafeno se hizo con el método de Hummers, mediante oxidación y exfoliación del grafito a través del ácido sulfúrico, permanganato de potasio y peróxido de hidrógeno y ácido clorhídrico, estos datos se obtuvieron mediante la prueba de jarra de 5; 10 y 15 gramos en distintos tiempos de 20 - 30 minutos, la erradicación de los aceites y grasas se precisó cuantitativamente Con el sistema gravimétrico, los resultados obtenidos y que funcionan son de 15 gr/L y de 30 minutos teniendo como remoción 24.68 mg/L más del 50% de eficiencia, por ende el óxido de grafeno si posee cabida de remoción en aceites, grasas así como materiales suspendidos.

Rojas y Sánchez (2020), en su investigación “Capacidad de absorción de una materia compuesta a base de bentonita y óxido de grafeno para quitar arsénico en agua contaminada” consideran el interés del agua para el sostenimiento de la vida en el planeta por ende se está incorporando el agua subterránea la cual se distingue por tener sustancias químicas, metales pesados lo cual son peligrosos para la salud, por ello una de las alternativas es la absorción ya que es eficiente, barato y sencillo. Con el objetivo de hacer una evaluación con elemento complejo de bentonita - Go se crearon 3 tipos de condensación de óxido de grafeno (GO) DE 2 % 4% y 6% (%p/p) con la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) se hizo la evaluación de las concentraciones de Arsénico teniendo resultados de omp3 y 0.1 y 0.16 ppm, teniendo como resultado 95 % de eficiencia en la remoción en las 3 composiciones con las que se experimentó.

Poma (2017), en su investigación “Comparación de materiales compuestos a base de óxido de grafeno reducido para remover plomo de efluentes” considera que los complejos óptimos como material absorbente Son de ferrita y diatomita naturales así como el grafeno el cual ha permitido desarrollar y utilizar estructuras compuestas con otros materiales para mejorar las características

básicas en contacto con los contaminantes, la adquisición del grafeno se sintetiza el óxido de grafeno por el modo Hummers Offeman, después aminoro con irradiación ultravioleta (rGO), para la comprobación se utilizó espectrometría Raman, luego se redujo a 122 km por molienda, para el volumen de la diatomita se utilizó tamices entre 0.15 y 0.6; en esta planificación se dispersó el ego sugiriendo un enfoque biomimético. Por ende, se investigó la supresión del plomo asimismo se comparó cuál de los componentes remueven mayor cantidad de plomo de 50 ppm dando resultado la diatomita - ego con resultado de 99% mientras que la ferrita - ego remueve en un 97 %.

Delgado, Mendoza (2020), en su investigación “Eficiencia del oxido de grafeno para la remoción de plomo y cobre presentes en el rio Huarmey, 2020” consideraron la determinación de remoción de cobre y plomo. El cual se sintetizo usando método de Hummers por difracción de rayos. Se trabajo con diferencia de días y dosis por operación. Los resultados se observaron durante un periodo de 21 días, con 98.9 % de Plomo y 99% de Cobre removidos, la dosis de 0.5%. Se concluye que este método es efectivo y super amigable con el medio ambiente

Los metales pesados son grupos de elementos químicos que exhiben muy alta consistencia y son muy tóxicos para las personas. Según Chata, Ayde (2015), “Los metales pesados se asignan a elementos químicos con pesos atómicos de 63.55 (Cu) y 200.59 (Hg), y muestran una densidad sobresaliente a 4 g/cm^3 . Cabe señalar que casi todos los componentes minerales de importancia económica, y, por lo tanto, de interés minero” (pg.8).

Por otro lado, según la OPS (como se citó en Chávez, 2016, pg.18), “La aparición de metales pesados en agua potable, es de gran significación en los estudios de calidad química del agua a causa de las cualidades tóxicas de estos elementos; los metales pueden perjudicar desfavorablemente a los consumidores del agua y a los sistemas de tratamiento”.

En los metales pesados existen 2 grupos: Los Micronutrientes: Son elementos primordiales para todos los seres vivos en especial para los humanos. Para Galán (2008) son “imprescindibles para el crecimiento de la vida de definidos

espécimen, son solicitados en diminutas porciones o suma traza y pasado cierto umbral se tornan tóxicos; dentro de este grupo se localizan As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Se, V, Zn” (pg.18).

Metales Pesados no Esenciales: Son elementos cuyo aspecto en definidas raciones lleva preparado disfunciones en los organismos de los seres vivos. Para Galán (2008) “Resultan inmensamente tóxicos y muestran la propiedad de aglomerarse en seres vivos. Son, primeramente: Be, Cd, Hg, Ni, Pb, Sb, Sn y Ti” (pg. 19).

La inquietud que se origina de los metales pesados, se asignan a las acumulaciones altas de estos elementos que ocasionan definidos efectos de contaminación ambiental, toxicidad y ecotoxicidad (Aramburo, 2011). La alta toxicidad, elevada perseverancia y veloz aglomeración que muestran los metales pesados en los seres vivos, los transforma en contaminantes preferentes cuyas secuelas tóxicas no se encuentran sencillamente a corto plazo, no obstante, tiene un suceso muy significativo a mediano y largo plazo (García, 2008).

Dadas las características generales exhibidas, es indispensable reconocer el principio de que los metales pesados en los sedimentos del fondo de los cuerpos de agua tienen dos fuentes primordiales, las fuentes naturales y artificiales; Dado que el principal contribuyente natural es la meteorización de rocas y suelos que se manifiesta claramente por la acción de agua; por otro lado las actividades humanas como la agricultura, industria, los residuos municipales son de mayor valor en el aporte de metales pesados (Mar, 2020).

Perez (2019), nos dice que los metales pesados tienen 3 entradas principales al sistema acuático:

La vía atmosférica: Es causado por la deposición de partículas liberadas a la atmosfera por fases naturales o antropogénicos, que incluyen la quema y la fundición de combustibles fósiles y derretimiento de metales.

La vía terrestre: Como consecuencias de filtraciones de drenaje, escorrentías externas de campos contaminados (minerías, uso de lodos como abono, lixiviación de residuos sólidos y aceleración atmosférica) y causas naturales.

La vía directa: Es el efecto de los compuestos directos de aguas residuales industriales y municipales en los cauces de los ríos.

Origen de los metales pesados en los sistemas acuáticos: Origen natural: Los seres humanos no han interferido con el contenido de los componentes minerales de la superficie, lo que primero requiere la formación de las rocas fuente originales y el crecimiento del suelo. La corrosión causada por el material que produce puede incluir la misma alta densidad mineral en algunos casos que su material geológico sin causar contaminación.

Origen antropogénico: Este tipo de contaminación incluye la intervención humana, y consiste en diversas actividades que se realizan y pueden ser domésticas, agrícolas o industriales mediante la concentración y desviación de compuestos naturales. La generación de aguas residuales y aguas residuales que incluyen agroquímicos, pesticidas, petroquímicos, hidrocarburos, metales pesados y radionúclidos son ejemplos importantes que conducen a la contaminación. SINGH, et al. (2020)

Presencia de metales pesados en el agua: Las contaminaciones ambientales por las sustancias tóxicas están creciendo y causan gran preocupación a los usuarios locales. Una amplia gama de contaminantes se introduce continuamente en el medio acuático principalmente debido al aumento de la industrialización, el desarrollo tecnológico, el incremento de la población, la explotación de los recursos naturales, y los flujos de desechos agrícolas y domésticos. Entre estos contaminantes, los metales pesados se encuentran entre los más peligrosos debido a su naturaleza persistente, toxicidad, tendencia a acumularse en los organismos vivos y sufrir una amplificación de la cadena alimentaria y más, no son biodegradables KUMARI, *et al.* (2016).

Efectos de los metales pesados en la salud del ser humano: Se ha demostrado que los metales pesados son dañinos para la salud humana, ambiental. Debido a su toxicidad y su posible bioacumulación, estos compuestos deberían estar sujetos a un control obligatorio. Existen varios métodos de separación y

detección adecuados para los laboratorios que se dedican a diario al análisis de rutina de un gran número de muestras biológicas o ambientales. Además, el rápido desarrollo de métodos biológicos moleculares está aportando valiosas ventajas al campo analítico. Los gobiernos deben promover la recopilación de datos, la indagación, la legislación y las reglamentaciones armonizadas, y considerar el uso de indicadores (Godwill, *et al.* 2019).

El cobre: Normalmente se ubica en la cubierta terrestre como óxidos, sulfuros y escasas veces en su aspecto metálico. Como efecto de la fricción del agua con la cubierta terrestre logramos hallar sales de cobre diluidas en aguas superficiales y en los mantos subterráneos por el trabajo industrial, habitualmente en acumulaciones menores a 20 µg / L. No obstante, se logran hallar acumulaciones más altas en puntos de usanza de agua debido a la corrosión de las tuberías de latón y cobre. Este metal penetra al organismo a través de la ingestión de alimentos y bebidas contaminadas, como también por inhalación. Los efectos que tiene para la salud este metal es que la asimilación de esta es indispensable porque es una pieza lo cual es importante para la salud humana, sin embargo, demasiado cobre también puede hacer daño. En el ámbito del trabajo la fricción con cobre puede ocasionar influenza también conocida como fiebre del metal. Exhibiciones a largo tiempo al cobre pueden irritar la nariz, boca y los ojos y ocasionar jaqueca, malestar estomacal, mareos, vómitos y diarreas. El consumo excesivo de cobre puede incitar daños en el hígado y los riñones e incluso la muerte. No se ha determinado si el cobre puede causar cáncer (Rodríguez, 2017).

El grafeno, fue descubierto en 2004 y es un excelente material electrónico. Tiene un enorme potencial en la comunidad electrónica, como transistores de efecto de campo, electrodos transparentes, y más. A pesar del gran interés y el rápido progreso observado en la investigación relacionada con el grafeno, todavía queda un largo camino por recorrer para que el grafeno se implemente ampliamente. Es principalmente debido a la dificultad de producir de manera confiable muestras de alta calidad, especialmente a gran escala (Villalon, 2016).

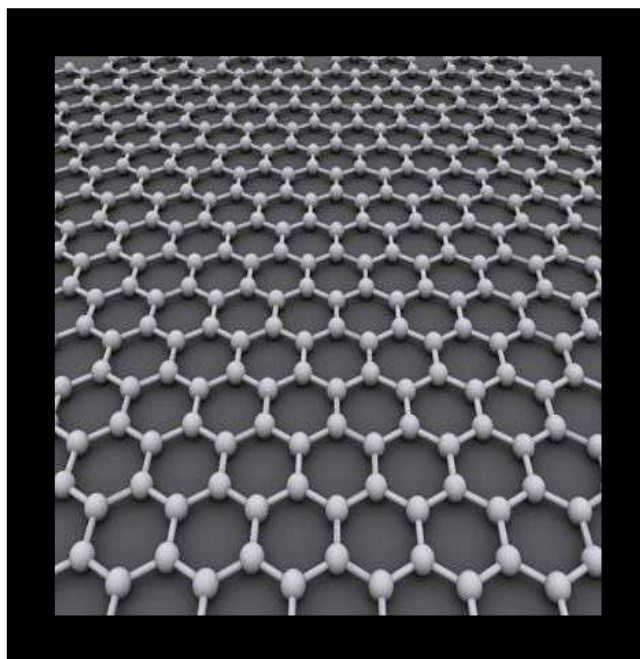


Figura 1. Grafeno: Imagen de una sola capa de grafeno observada con un microscopio electrónico

Fuente: García, (2010)

Propiedades del grafeno: El grafeno es un alótropo cristalino de carbono con propiedades bidimensionales. En el grafeno, los átomos de carbono están densamente empaquetados en un patrón de alambre de gallinero (hexagonal) de escala atómica con enlaces sp^2 regulares. El grafeno se puede describir como una capa de grafito de un átomo de espesor. Es el elemento estructural básico de otros alótropos, incluidos el grafito, el carbón vegetal, los nanotubos de carbono y los fullerenos. Es considerado parte de una molécula aromática indefinidamente grande, el caso límite de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos planos. La investigación del grafeno se ha expandido rápidamente desde que la sustancia se aisló por primera vez en 2004.

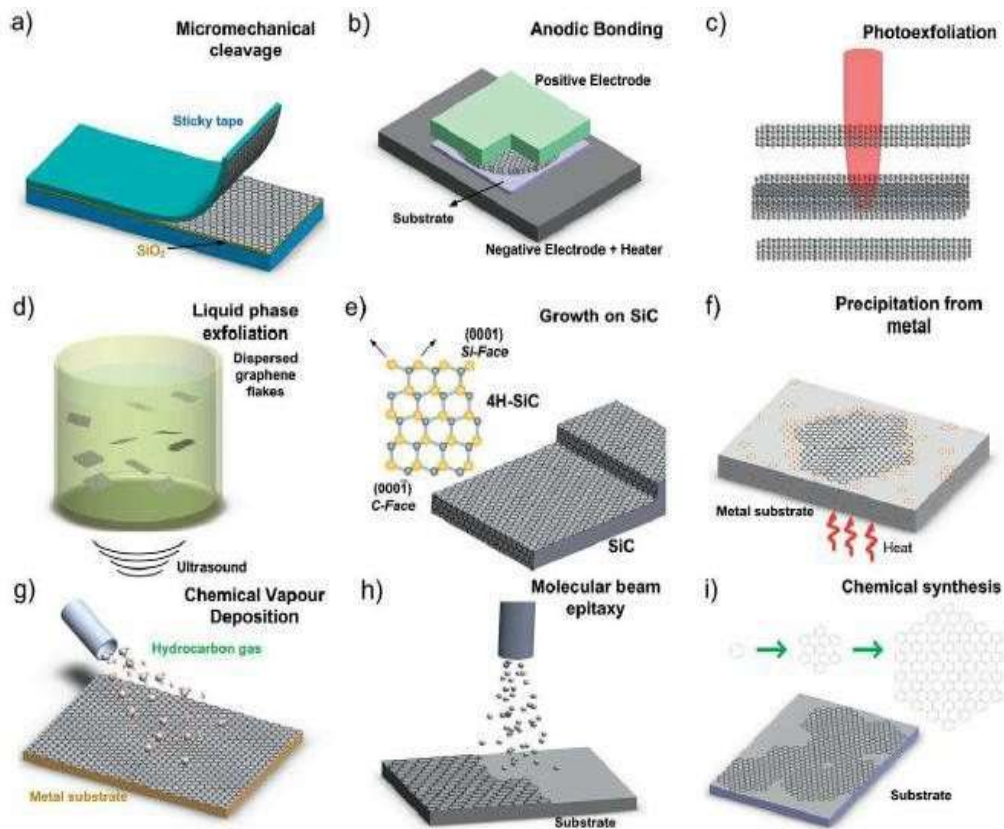


Figura 2. Procedimiento para la elaboración del grafeno
Fuente: Robertson, (2020)

Propiedades del grafeno: El grafeno es un alótropo cristalino de carbono con propiedades bidimensionales. En el grafeno, los átomos de carbono están densamente empaquetados en un patrón de alambre de gallinero (hexagonal) de escala atómica con enlaces sp² regulares. El grafeno se puede describir como una capa de grafito de un átomo de espesor. Es el elemento estructural básico de otros alótropos, incluidos el grafito, el carbón vegetal, los nanotubos de carbono y los fullerenos. Es considerado una molécula aromática indefinidamente grande, el caso límite de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos planos. La investigación del grafeno se ha expandido rápidamente desde que la sustancia se aisló por primera vez en 2004. La investigación se basó en descripciones teóricas de la composición, estructura y propiedades del grafeno, que se habían calculado décadas antes. El grafeno de alta calidad también demostró ser sorprendentemente fácil de aislar, lo que hizo posible realizar más investigaciones.

Filtro de grafeno: El componente clave del filtro es un recubrimiento de la película de grafeno con “nanocanales microscópicos” que permiten que las moléculas de agua pasen a través, mientras que detienen las moléculas más grandes contaminantes. Una membrana de filtración de agua sin esta película de grafeno tiende a cubrirse con contaminantes, bloqueando así los poros que permiten el paso del agua. Graphair es una forma de grafeno hecho de aceite de soja, mucho menos costoso y más fácil de producir que otros tipos de grafenos, y eso hace que el proyecto sea económicamente viable. Esta tecnología se está diseñando principalmente para el tratamiento de plantas de agua de mar, residuales e industriales (Robertson, 2020).

Elaboración del filtro de grafeno: El sólido GO se dispersa en agua desionizada y se agita durante 150 min para hincharse suficientemente en agua. Posteriormente, la suspensión de GO se somete a ondas sonoras durante 90 min para preparar una suspensión de 40 mg/ mL de GO a temperatura de 20 ° C. Entonces, la lechada GO se deposita sobre sustratos no tejidos mediante el uso de un proceso de recubrimiento de cuchilla típico (recubrimiento de membrana tipo calentamiento Máquina PF400-H, Jiangsu LEBO Science Co., Ltd). Entre ellos, el no tejido quitado del polvo y secado de la tela se fijó en un vidrio de alta precisión y el vidrio se adsorbió en la máquina de recubrimiento mediante aspiración. Los 40 mg/mL de GO de suspensión se raspo sobre tela no tejida y la membrana se formó con una cuchilla. En particular, la velocidad de recubrimiento y el tamaño de la membrana de recubrimiento fueron de 10 mm s⁻¹ y 10 x 10 cm², respectivamente. Finalmente, la membrana GO preparada se secó naturalmente durante 24 h y se usó para la prueba.

Todo el proceso se llevó a cabo a presión y temperatura normales, y el rango de humedad fue del 40% -60%. (Sánchez, 2020).

III. METODOLOGÍA

III.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación aplicada es una investigación que busca producir nuevos conocimientos de utilización directa para los problemas que tiene la sociedad o el sector productivo. Se basa primordialmente en los descubrimientos tecnológicos que realiza la investigación básica (Lozada, 2014). En este sentido, esta investigación es de estudio aplicada ya que se realiza la fabricación de un filtro de grafeno para descontaminar el agua que está alterada por concentración de cobre y grasas y evitar variaciones al recurso hídrico. Así mismo esta investigación posee un diseño Pre Experimental del tipo pre prueba y posprueba de un solo grupo

G = O1 - X - O2.....(1)

Donde:

GE: Grupo experimental

O1: Pre prueba

O2: Pos prueba

X: Manipulación de la variable independiente

3.2 Variables de operacionalización

Variable independiente: Filtro de grafeno

Variable dependiente: concentración de cobre y grasas presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac

El nivel de nuestra investigación es explicativo debido a que se constituye una conexión de causa y efecto entre las variables mencionadas porque se busca profundizar en la información puesto que este nivel de investigación destaca aspectos primordiales de la realidad problemática definida y asimismo de esta manera encontrar procedimientos adecuados para su elaboración.

3.3 Población, muestra y muestreo

a) Población

La presente investigación tiene como población las aguas contaminadas por metales pesados y grasas presente en la cuenca media del río Rímac el cual se utilizará un filtro de grafeno para eliminar estos contaminantes

- ✓ Criterio de inclusión: Se tomará en cuenta los parámetros de pH, alcalinidad, acidez mineral, cobre presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac.
- ✓ Criterio de exclusión: Las aguas de las Cuenca alta y cuenca baja del río Rímac

b) Muestreo

La presente investigación será de tipo probabilístico aleatorio porque se realizará la recolección de datos que se obtendrán de la muestra

c) Muestra

La muestra representativa será de 9 L de agua contaminada por metales pesados y grasas trans presente en la cuenca media del río Rímac.

- ✓ Unidad de análisis: La unidad de análisis será de 1 litro de agua contaminada por metales pesados y grasas presentes en la cuenca media del río Rímac.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de validación

Etapa	Fuente	Técnicas	Instrumentos	Resultados
Identificación de la zona de estudio	Río Rímac cuenca media	Observación fotografías	Registro de campo (Anexo 2)	Identificación de la zona de estudio
Toma de muestras y análisis de campo	Río Rímac cuenca media	Experimental (Metodología para toma de muestra ANA)	Cadena de custodia de muestras de agua (Anexo 3)	Recolección de 9 litros de muestra y registro de campo
Análisis de muestra antes del tratamiento	Río Rímac cuenca media	Observación	Registro del análisis de la muestra antes del tratamiento (Anexo 4)	Análisis de los parámetros químicos previo a la aplicación del tratamiento a las muestras de agua de la cuenca media del río Rímac
Fabricación de filtro de grafeno	Membrana de grafeno	Experimental	Diagrama de flujo	Filtro con capas de grafeno
Tratamiento de las aguas con el filtro de grafeno	Capas de grafeno	Experimental	Ficha de observación en el tratamiento (Anexo 5)	Aplicación del tratamiento
Análisis de muestra después de la aplicación del filtro de grafeno	Laboratorio de la universidad cesar vallejo.	Experimental (Metodología para análisis de muestra ANA)	Registro del tratamiento después de la aplicación del filtro de grafeno (Anexo 6)	Análisis de los parámetros químicos después de la aplicación del tratamiento a las muestras de agua de la cuenca media del río Rímac

a) MATERIALES DE LABORATORIO

Los materiales y usados en la investigación fueron los siguientes;

- 3 vasos de precipitado de 250 mL
- Espátula
- Luna de reloj
- 3 jeringas de 100 mL
- Papel aluminio
- 4 galoneras de agua desionizada
- 3 L de agua destilada

- 6 placas Petri
- Papel tisú
- 1 matraz
- Mechero bunsen
- 3 rejillas de asbesto

b) REACTIVOS

Los reactivos usados en la investigación fueron los siguientes;

- 100 mL de ácido acético
- 100 g de sulfato de cobre
- 100 mL de etanol
- 1 L de glutaraldehído
- 5 L de nitrógeno líquido
- 1 kg de quitosano
- 1 kg de grafito

c) EQUIPOS ELECTRÓNICOS

Los equipos electrónicos usados en la investigación fueron los siguientes;

- Balanza analítica
- Sonicador
- Espectrofotómetro

3.5 PROCEDIMIENTOS

A continuación, se describe el procedimiento de la investigación por etapas:

Etapa 1: Identificación de la zona de estudio

La zona de estudio que se tomó en cuenta para esta investigación está ubicada en el distrito de Ricardo Palma perteneciente a la provincia de Huarochirí y al departamento de Lima. Este distrito está anexa con la localidad de Chosica (Lurigancho – Chosica). Las muestras de agua se recolectaron en la cuenca media del Río Rímac, las coordenadas las cuales fueron tomadas como un punto de referencia para la recolección es **11°55'21"S 76°40'03"W**. En este lugar se recolectó las muestras de agua para de esta manera ser tratada con el filtro de

grafeno y lograr obtener buenos resultados para su tratamiento de esta parte de la cuenca media del Río Rímac.



Figura 3: Zona de estudio

Fuente: Google Earth

Etapa 2: Toma de muestras y análisis de campo

- ✓ Las muestras se recolectaron de la cuenca media del río Rímac del distrito de Rímac, el día 5/7/2021 a horas de las 11:00 am.
- ✓ La cantidad total de la muestra recolectada fue de 9 litros en un recipiente de botella debidamente esterilizado, contamos con las medidas de seguridad al momento de la recolección de muestra y equipo de protección personal (EPP) correspondiente, para luego la muestra ser llevada al laboratorio y ser analizada.
- ✓ El recipiente que se utilizó para la recolección de muestra fue de tipo plástico para la conservación y preservación de los parámetros que se estará considerando en la investigación, se utilizó también la cadena custodia de muestras de agua (anexo 2), estuvo conservada a una temperatura de 5 °C con un tiempo máximo de almacenamiento de 24 horas, tuvo en cuenta las medidas de conservación y preservación de muestra de agua en función a los parámetros a evaluar en la investigación, tal como se menciona en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos y por último fue trasladado la muestra al laboratorio.



Figura 4: Toma de muestra de la cuenca media del Río Rímac

Fuente: Imágenes propias

Etapa 3: Análisis de muestra antes del tratamiento

Para los análisis de muestra el parámetro de pH y temperatura fueron tomados y analizados en el mismo lugar de la extracción de la muestra, y los demás parámetros fueron analizados en el laboratorio de la universidad cesar vallejo aprobado para realizar los análisis de metales pesados y grasas. Los resultados que se llegaron a obtener del análisis de la muestra inicial se anotaron en el registro del análisis de la muestra antes del tratamiento (anexo 3), a continuación se muestra la tabla 1, así mismo se muestra los valores establecidos en los LMP”s de efluentes líquidos para aguas superficiales de las actividades mineras metalúrgicas.

Tabla 2: Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicas.

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el promedio anual
pH		6-9	6-9
Suspensión totales en suspensión	mg/L	50	25
Aceites y grasas	mg/L	20	16
Cianuro total	mg/L	1	0.8
Arsénico total	mg/L	0.1	0.08
Cadmio total	mg/L	0.05	0.04
Cromo hexavalente	mg/L	0.1	0.08
Cobre total	mg/L	0.5	0.4
Hierro (disuelto)	mg/L	2	1.6
Plomo total	mg/L	0.2	0.16
Mercurio total	mg/L	0.002	0.0016
Zinc total	mg/L	1.5	1.2

Figura 5: Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicas.

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas y Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2010

Etapa 4: Fabricación de un filtro de grafeno.

Se preparó 3 muestras:

Muestra 1: En un vaso precipitado de 250 mL se adicionan 10 mL de agua desionizada, 10 mL de ácido acético y 4 g de grafeno reducido

Muestra 2: En un vaso precipitado de 250 mL se adicionan 10 mL de agua desionizada, 10 mL de ácido acético y 8 g de grafeno reducido

Muestra 3: En un vaso precipitado de 250 mL se adicionan 10 mL de agua desionizada, 10 mL de ácido acético y 12 g de grafeno reducido.

Luego se adiciona en el sonicador durante 30 minutos. Esto se hace para que las moléculas queden totalmente dispersas.

Luego se adiciona 1 g de quitosano (1%) en cada muestra (muestra 1, muestra 2 y muestra 3), agitando continuamente hasta que la mezcla se vuelva homogénea, aproximadamente 1 hora.

Luego de ellos se emplea nuevamente al sonicador aproximadamente unas 4 horas a una temperatura de 60 °C.

Una vez que la mezcla esté homogénea, se separa de nuevo el agua y el ácido acético del grafeno. Para esto se emplea nitrógeno líquido para sublimar el agua sin dañar la dispersión conseguida. De este modo se consigue la estructura porosa deseada es decir la esponja de grafeno con quitosano.

Luego de haber obtenido la esponja de grafeno se deja secar a temperatura de ambiente unas 24 horas.

La esponja de grafeno obtenido al 20%, 40% y 60% al ser probadas se deshace en el agua. Para ello se utiliza el ligante glutaraldehído.

En este caso la infiltración se hará por condensado del glutaraldehído en la esponja. Se colocará un mechero encima un matraz con un volumen de glutaraldehído y encima una jeringa de 100 mL con la esponja de grafeno sin tapón directamente. De esta manera se calentará por contacto directo por un aproximado de 10 minutos desde que empieza a evaporarse así ascenderá por el grafeno situado arriba donde condensó y quedó infiltrado.

Una vez transcurrido el tiempo se deja la esponja 24 horas al aire libre para el secado del líquido infiltrado.

Una vez aquí, ya tenemos las esponjas preparadas para ser utilizadas.

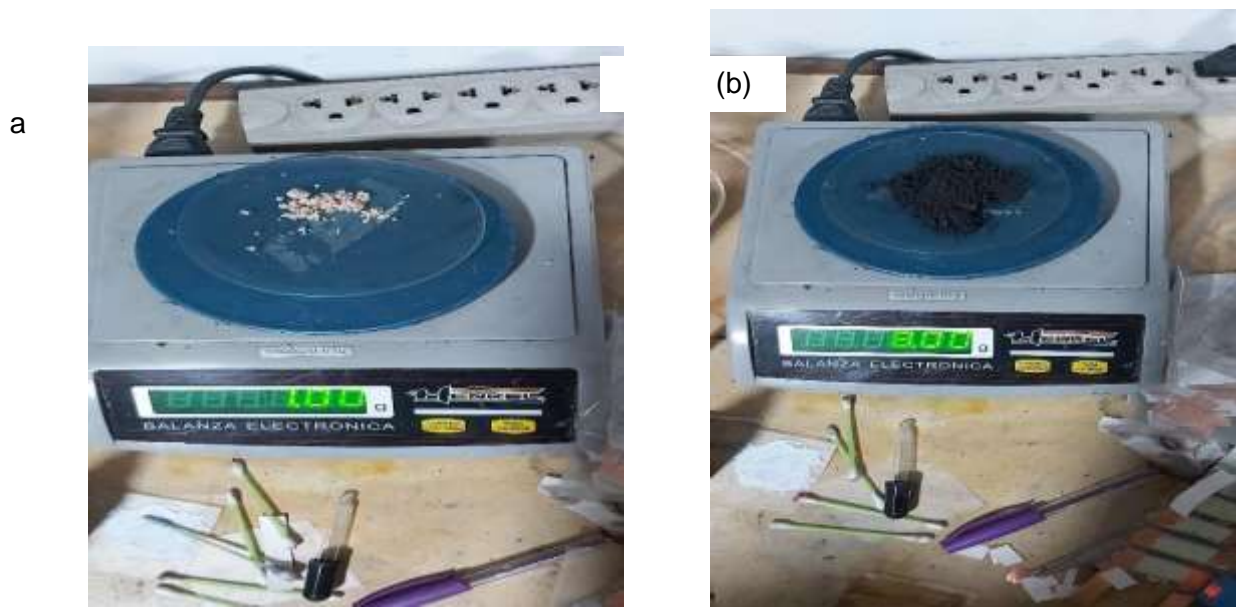


Figura 5: Pesaje para la fabricación de un filtro de grafeno: (a) quitosano, (b) grafeno reducido

Fuente: Imágenes propias



Figura 6: Calentando el glutaraldehido para que se infiltre en el grafeno

Fuente: Imágenes propias

Tabla 3. Características físicas del grafeno

Cantidad de grafeno	Tamaño del filtro	Ancho	Grosor	Tamaño de la jeringa
4 g	100 cm	3.5 mm	1.4 mm	100 cm
8 g	100 cm	3.5 mm	3 mm	100 cm
12 g	100 cm	3.5 mm	6.4 mm	100 cm

Fuente: Elaboración propia

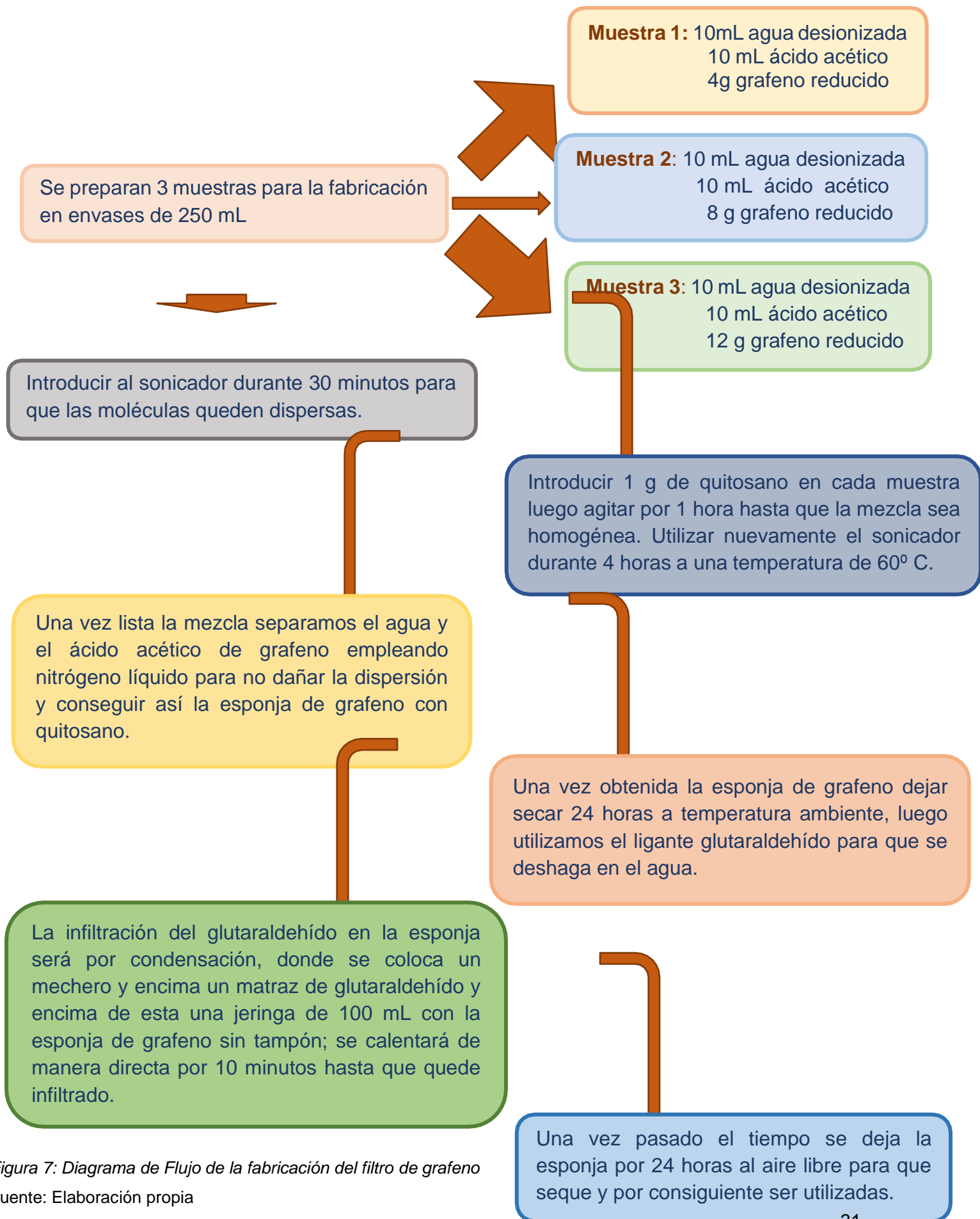


Figura 7: Diagrama de Flujo de la fabricación del filtro de grafeno

Fuente: Elaboración propia

Etapa 5: Tratamiento de las aguas con el filtro de grafeno.

Se adiciona el agua sin tratar con ayuda de una bomba de agua al filtro con las esponjas de grafeno construidas para que la fuerza y circulación sea mucho más eficaz. Después de filtrar se recogió la muestra de agua tratada.



Figura 8: Iniciando el tratamiento de las aguas con el filtro de grafeno

Fuente: Imágenes propias

Etapa 6: Análisis de muestra después de la aplicación del filtro de grafeno Para el análisis de muestra después de aplicar el tratamiento de filtro con capa de grafeno se surgirá a la medición de temperatura, oxígeno disuelto, pH, arsénico, cadmio, plomo, cobre y grasa de cada repetición consecuentemente para su respectivo análisis en el laboratorio de la universidad César Vallejo. Los resultados se anotaron en la ficha de registro de análisis de muestra después del tratamiento (ver anexo 6).

3.6 Método de análisis de datos

La información obtenida en campo y gabinete en el transcurso del desarrollo del proyecto de investigación será registrada en el programa Office Excel, que luego se adjuntan como anexos y fichas de registro. Se observará el tratamiento de las capas de grafeno en las diferentes figuras. Para comparar la eficiencia de la reducción de los metales pesados y grasas se utilizará el programa estadístico

SPSS versión 24 utilizando los datos del resultado después de la aplicación del filtro de grafeno.

3.7 Aspectos éticos

Los investigadores se rigieron a las líneas de investigación, así como el código de ética y reglamento de investigación estipulados en resolución rectoral N° 0089-2019/UCV de la Universidad César Vallejo. Además, la presente investigación fue tratada con el software Turnitin, la cual verificó su autenticidad.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados que determinaron los parámetros de campo presentes en aguas de la cuenca media del río Rímac, antes y después del tratamiento con filtro de grafeno.

Tabla 4. Parámetros de campo presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con el filtro de grafeno

Pruebas	Tiempos	Temperatura (C°)	pH (1-14)	Conductividad eléctrica (mS/cm)	OD (mg/L)	TURBIDEZ (NTU)	DQO (mg/L)
Muestra A (4 g. OGR)	Inicial1	19.7	5.55	8.33	0.27	20.5	1258
	R1-15min	19.4	3.69	0.742	0.54	27.4	807
	R1-30min	19.4	3.71	0.571	0.51	26.1	816
	R1-45min	19.4	3.78	0.557	0.55	24.9	803
Muestra B (8 g. OGR)	Inicial2	19.7	5.55	8.33	0.27	20.5	1258
	R2-15min	19.7	4.13	0.909	0.74	87.6	67
	R2-30min	19.7	4.18	0.741	0.81	82.1	54
	R2-45min	19.7	4.32	0.675	0.77	85.3	51
Muestra C (12 g. OGR)	Inicial3	19.7	5.55	8.33	0.27	20.5	1258
	R3-15min	19.7	3.61	1.955	1.22	342	19
	R3-30min	19.7	3.87	1.971	1.41	355	19
	R3-45min	19.7	3.82	1.971	1.44	3.47	18

4.2 Resultado que determinó la curva de calibración para obtener cobre II

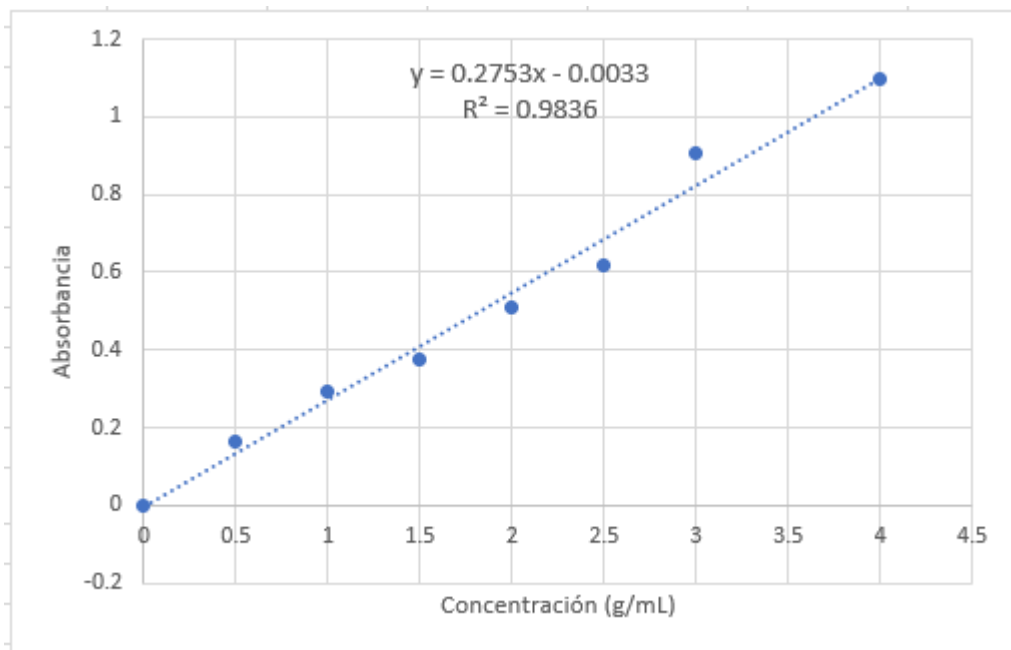


Figura 9: Curva de calibración para obtener cobre II

Fuente: Elaboración propia

4.3 Resultado que determinó la concentración de cobre presente en aguas de la cuenca media del río Rímac antes del tratamiento

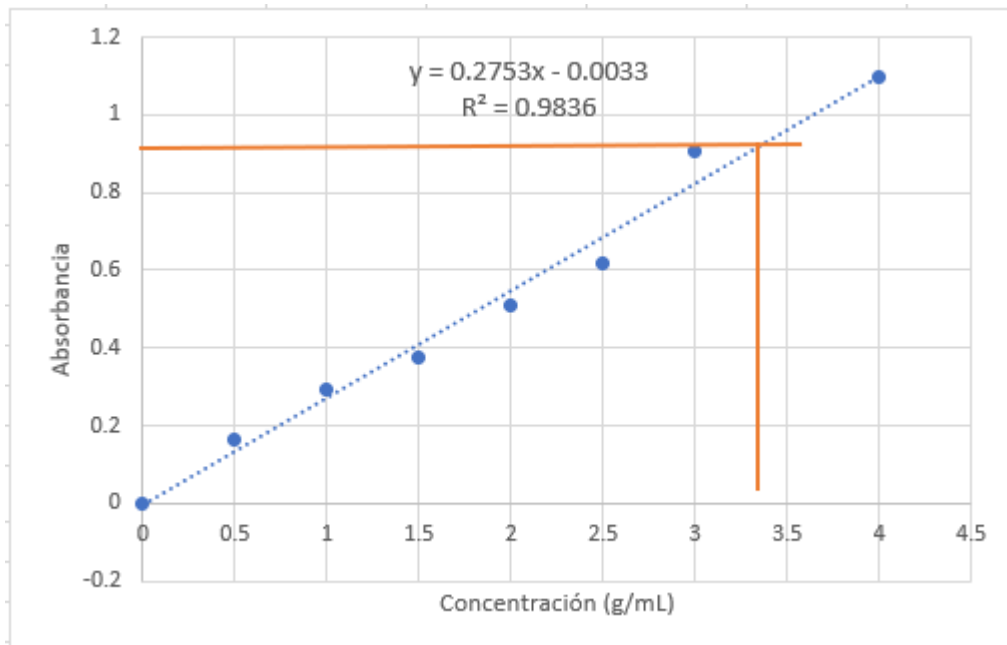


Figura 10: Concentración de cobre antes del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se observa la concentración de cobre que dio como resultado final 3313.83945 mg/L.

4.4 Resultado que determinó la concentración de cobre presente en aguas de la cuenca media del río Rímac después del tratamiento con la cantidad de 4 g de grafeno después de 15 minutos.

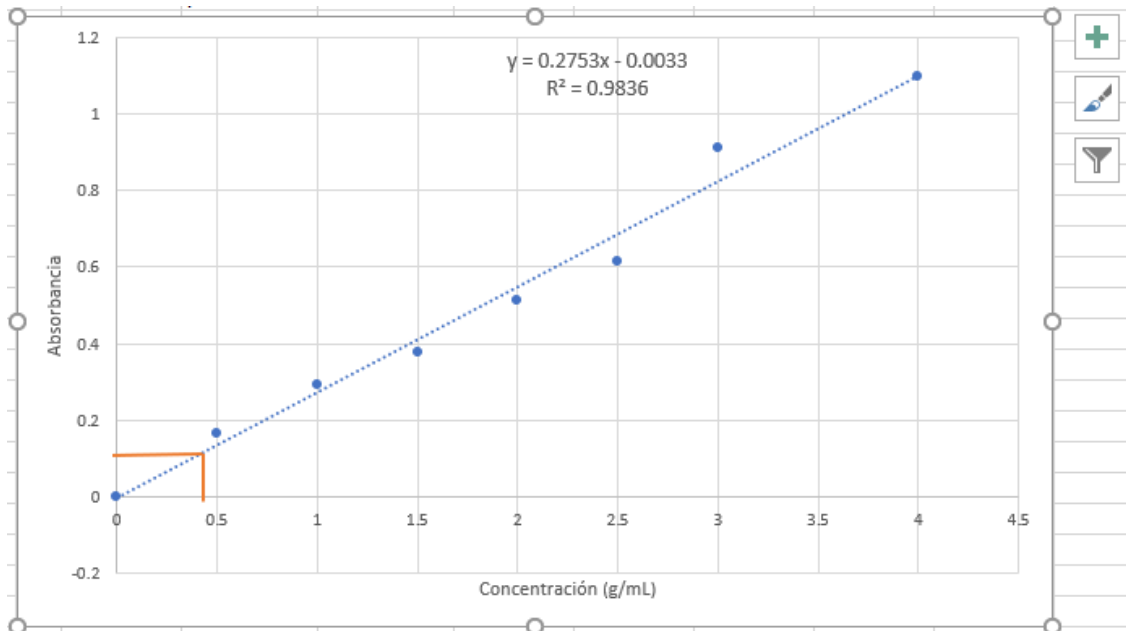


Figura 11: Concentración de cobre después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se observa la reducción de la concentración de cobre que dio como resultado final 408.281874 mg/L.

4.5 Resultado que determinó la concentración de cobre presente en aguas de la cuenca media del río Rímac después del tratamiento con la cantidad de 4 g de grafeno después de 30 minutos.

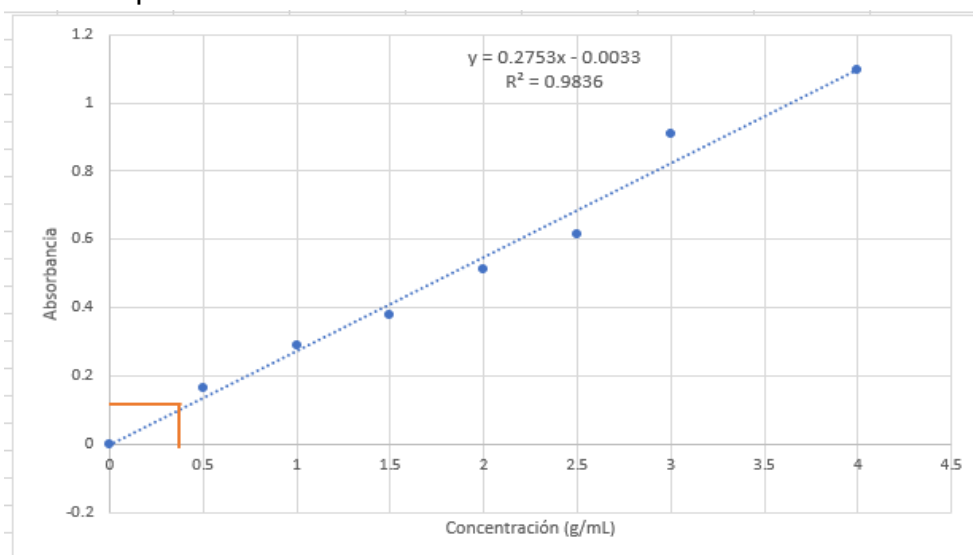


Figura 12: Concentración de cobre después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se observa la reducción de la concentración de cobre que fue el resultado final 400.6538 mg/L.

4.6 Resultado que determinó la concentración de cobre presente en aguas de la cuenca media del río Rímac después del tratamiento con la cantidad de 4 g de grafeno después de 45 minutos.

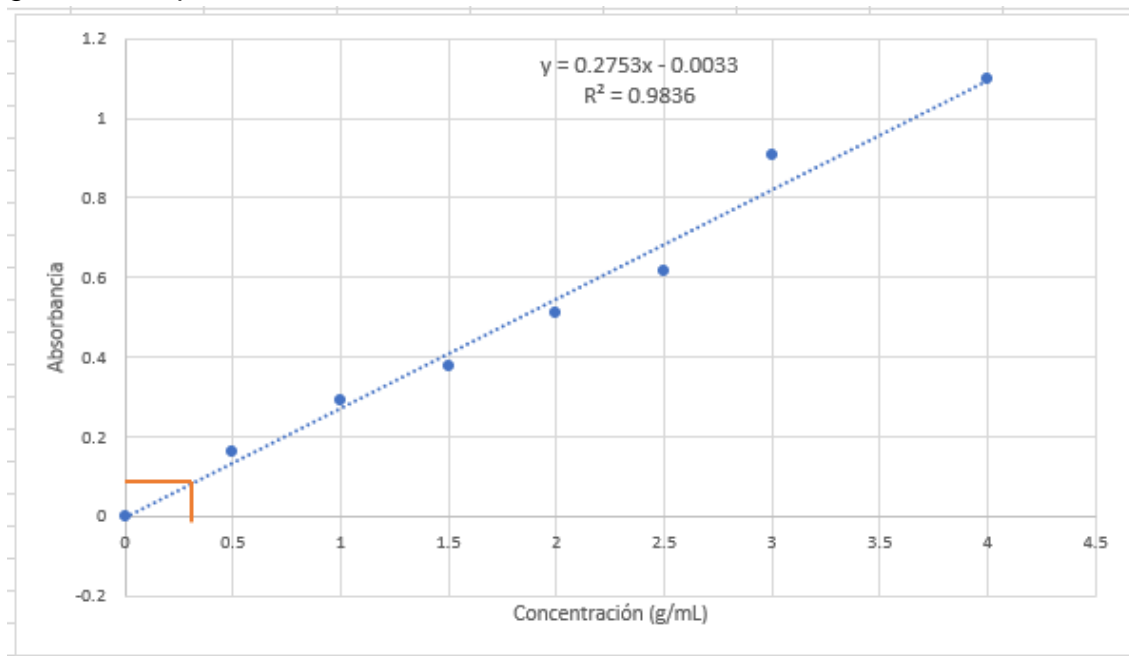


Figura 13: Concentración de cobre después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 se observa la reducción de la concentración de cobre que dio como resultado final 365.0563 mg/L.

4.7 Resultado que determinó la concentración de cobre presente en aguas de la cuenca media del río Rímac después del tratamiento con la cantidad de 8 g de grafeno después de 15 minutos.

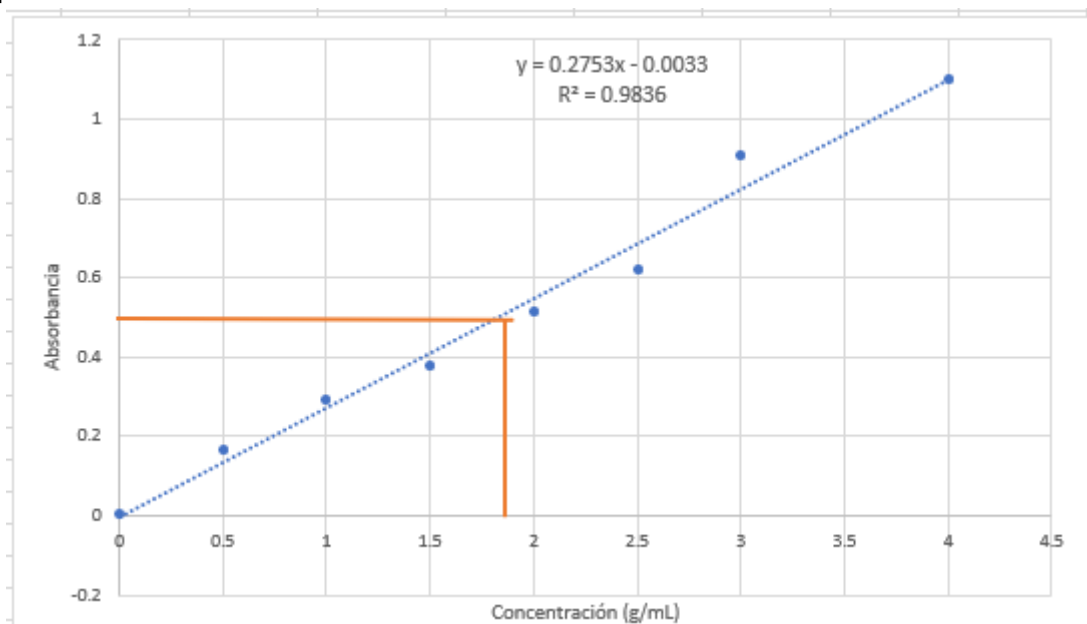


Figura 14: Concentración de cobre después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se observa la reducción de la concentración de cobre que dio como resultado final 1901.56193 mg/L.

4.8 Resultado que determinó la concentración de cobre presente en aguas de la cuenca media del río Rímac después del tratamiento con la cantidad de 8 g de grafeno después de 30 minutos.

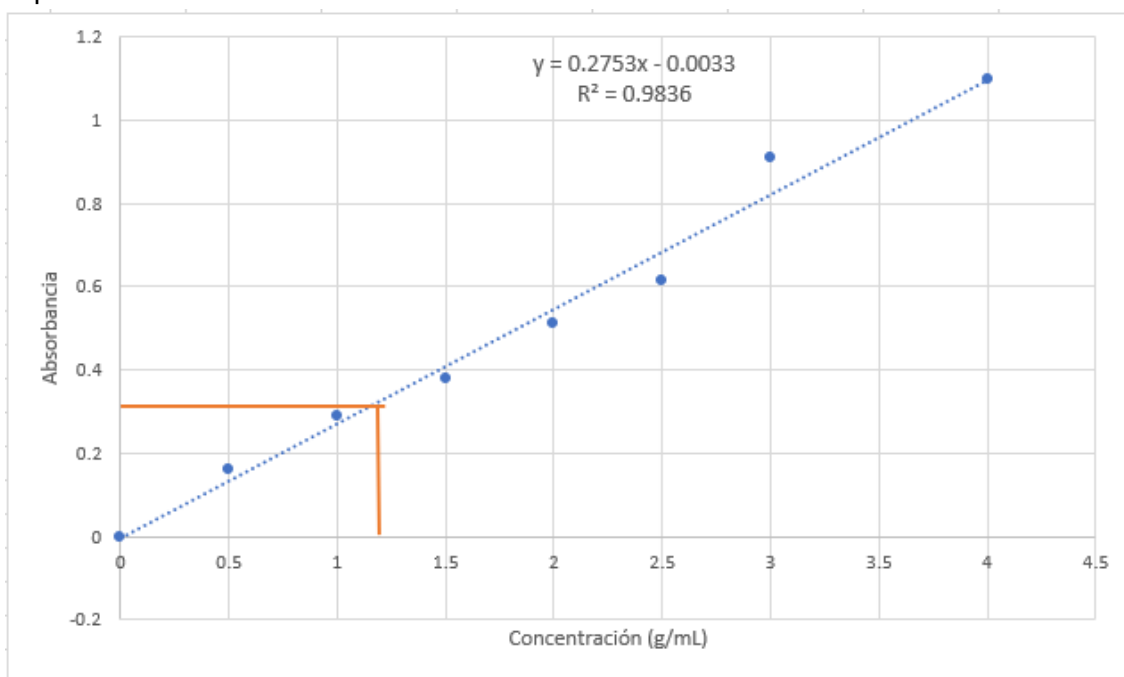


Figura 15: Concentración de cobre después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 se observa la reducción de la concentración de cobre que dio como resultado final 1290.59208 mg/L.

4.9 Resultado que determinó la concentración de cobre presente en aguas de la cuenca media del río Rímac después del tratamiento con la cantidad de 8 g de grafeno después de 45 minutos.

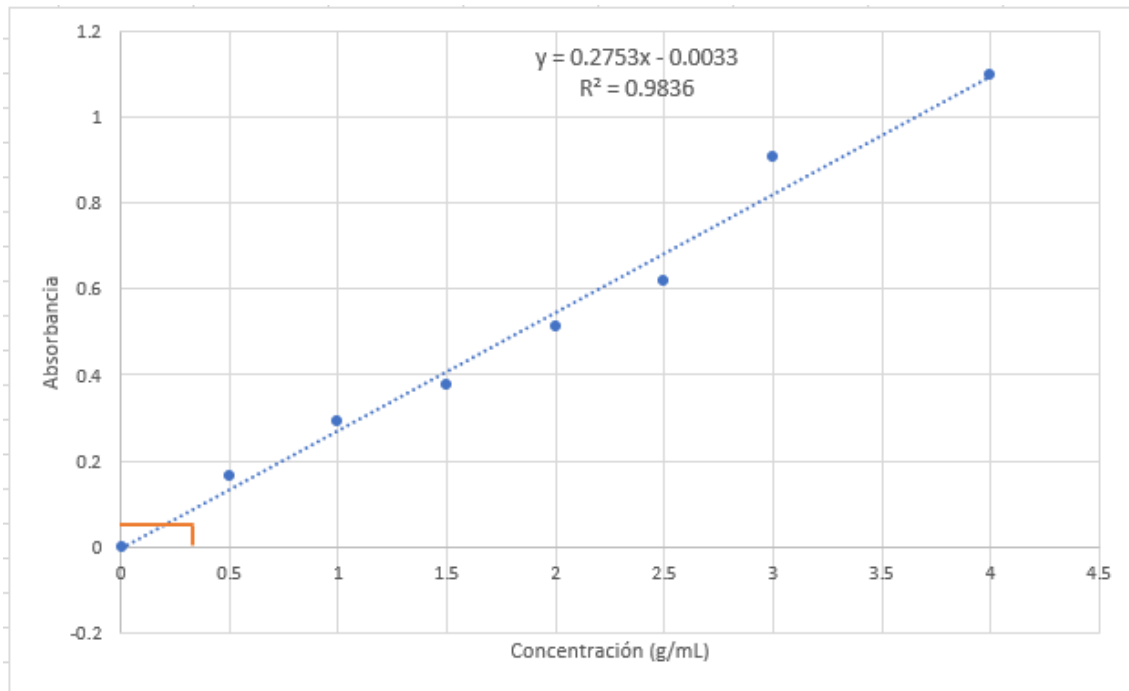


Figura 16: Concentración de cobre después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 16 se observa la reducción de la concentración de cobre que fue como resultado final 312.3865 mg/L.

4.10 Resultado que determinó la concentración de cobre presente en aguas de la cuenca media del río Rímac después del tratamiento con la cantidad de 12 g de grafeno después de 15 minutos.

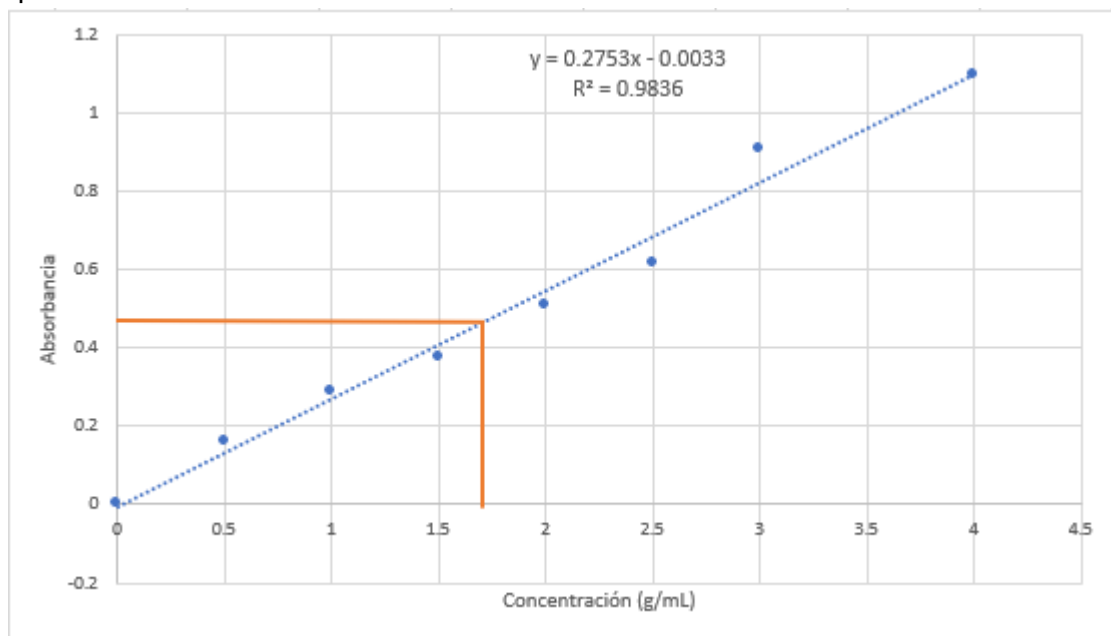


Figura 17: Concentración de cobre después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 se observa la reducción de la concentración de cobre que dio como resultado final 1694.8783 mg/L.

4.11 Resultado que determinó la concentración de cobre presente en aguas de la cuenca media del río Rímac después del tratamiento con la cantidad de 12 g de grafeno después de 30 minutos.

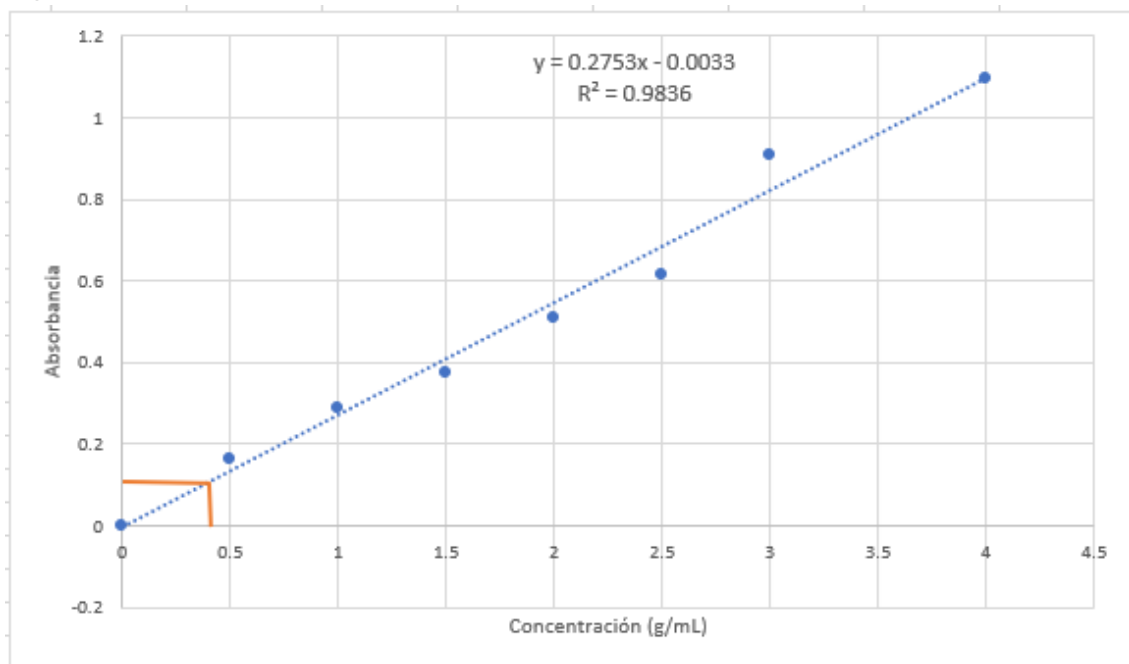


Figura 18: Concentración de cobre después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 18 se observa la reducción de la concentración de cobre que dio como resultado final 495.0963 mg/L.

4.12 Resultado que determina la concentración de cobre presente en aguas de la cuenca media del río Rímac después del tratamiento con la cantidad de 12 g de grafeno después de 45 minutos.

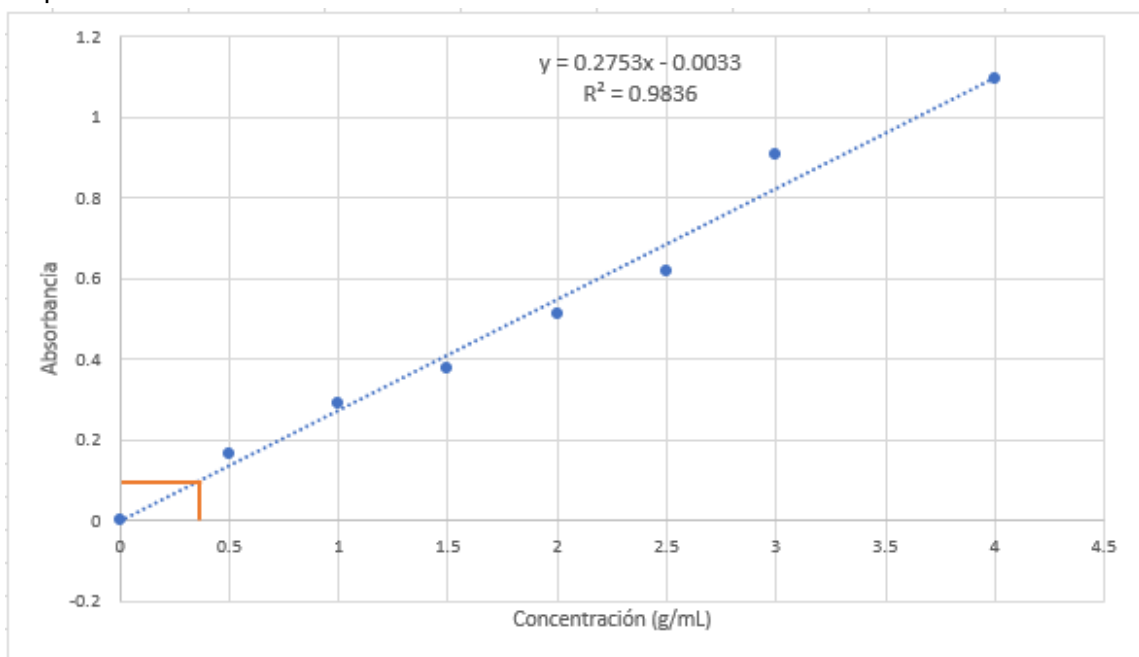


Figura 19: Concentración de cobre después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 se observa la reducción de la concentración de cobre que dio como resultado final 424.62768 mg/L.

4.13 Resultados que determina los aceites y grasas presentes en aguas de la cuenca media del río Rímac, antes y después del tratamiento con filtro de grafeno.

Cód. / Muestra	Tipo de producto	Concentración Aceites y Grasas (mg/L)
MUESTRA INICIAL	A.SUPERFICIAL	4.5079
4G15M	A.SUPERFICIAL	2.8469
4G30M	A.SUPERFICIAL	2.8979
4G45M	A.SUPERFICIAL	2.9479
8G15M	A.SUPERFICIAL	<0.25
8G30M	A.SUPERFICIAL	0.6184
8G45M	A.SUPERFICIAL	1.0601
12G 15M	A.SUPERFICIAL	1.6495
12G 30M	A.SUPERFICIAL	2.2148
12G 45M	A.SUPERFICIAL	2.0149

Fuente: Elaboración propia

Contrastación de la Hipótesis

Para proceder a analizar los datos con pruebas de inferencia estadística se corroboró si se distribuyen de manera normal.

Para ello, se determina la prueba de normalidad para determinar si la distribución es normal.

Hipótesis específica 1

H1. Los parámetros de campo presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac, antes y después del tratamiento se ajustan a una distribución normal.

Ho. Los parámetros de campo presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac, antes y después del tratamiento se ajustan a una distribución NO normal.

Datos

Tabla 5. Parámetros de campo presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con el filtro de grafeno

Pruebas	Tiempos	Temperatura (C°)	pH (1-14)	Conductividad eléctrica (mS/cm)	OD (mg/L)	TURBIDEZ (NTU)	DQO (mg/L)
Muestra A (4 g. OGR)	Inicial1	19.7	5.55	8.33	0.27	20.5	1258
	R1-15min	19.4	3.69	0.742	0.54	27.4	807
	R1-30min	19.4	3.71	0.571	0.51	26.1	816
	R1-45min	19.4	3.78	0.557	0.55	24.9	803
Muestra B (8 g. OGR)	Inicial2	19.7	5.55	8.33	0.27	20.5	1258
	R2-15min	19.7	4.13	0.909	0.74	87.6	67
	R2-30min	19.7	4.18	0.741	0.81	82.1	54
	R2-45min	19.7	4.32	0.675	0.77	85.3	51
Muestra C (12 g. OGR)	Inicial3	19.7	5.55	8.33	0.27	20.5	1258
	R3-15min	19.7	3.61	1.955	1.22	342	19
	R3-30min	19.7	3.87	1.971	1.41	355	19
	R3-45min	19.7	3.82	1.971	1.44	3.47	18

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Tabla 6. Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
pH Inicial	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
pH final	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
CE Inicial	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
CE final	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
OD Inicial	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
OD final	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
Turbidez Inicial	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
Turbidez final	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
DQO Inicial	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
DQO final	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Descriptivos^{a,b,c,d,e}

		Estadístico	Error típ.
pH final	Media	3,9011111	,08280574
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,7101607
		Límite superior	4,0920615
	Media recortada al 5%	3,8940123	
	Mediana	3,8200000	

	Varianza			,062	
	Desv. típ.			,24841721	
	Mínimo			3,61000	
	Máximo			4,32000	
	Rango			,71000	
	Amplitud intercuartil			,45500	
	Asimetría			,669	,717
	Curtosis			-1,030	1,400
	Media			1,121333	,2138617
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		,628167	
		Límite superior		1,614499	
	Media recortada al 5%			1,105481	
	Mediana			,742000	
	Varianza			,412	
CE final	Desv. típ.			,6415851	
	Mínimo			,5570	
	Máximo			1,9710	
	Rango			1,4140	
	Amplitud intercuartil			1,3400	
	Asimetría			,762	,717
	Curtosis			-1,723	1,400
	Media			,887778	,1240271
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		,601771	
		Límite superior		1,173785	
	Media recortada al 5%			,878086	
	Mediana			,770000	
	Varianza			,138	
OD final	Desv. típ.			,3720812	
	Mínimo			,5100	
	Máximo			1,4400	
	Rango			,9300	
	Amplitud intercuartil			,7700	
	Asimetría			,648	,717
	Curtosis			-1,381	1,400
	Media			153,0444	49,48861
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		38,9235	
		Límite superior		267,1654	
	Media recortada al 5%			148,9438	
	Mediana			85,3000	
Turbidez final	Varianza			22042,103	
	Desv. típ.			148,46583	
	Mínimo			24,90	
	Máximo			355,00	
	Rango			330,10	

DQO final	Amplitud intercuartil		317,75		
	Asimetría		,746	,717	
	Curtosis		-1,706	1,400	
	Media		294,8889	128,57828	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		-1,6132	
		Límite superior		591,3909	
	Media recortada al 5%		281,3210		
	Mediana		54,0000		
	Varianza		148791,361		
	Desv. típ.		385,73483		
	Mínimo		18,00		
	Máximo		816,00		
	Rango		798,00		
	Amplitud intercuartil		786,00		
	Asimetría		,850	,717	
	Curtosis		-1,713	1,400	

- a. pH Inicial es una constante y se ha desestimado.
b. CE Inicial es una constante y se ha desestimado.
c. OD Inicial es una constante y se ha desestimado.
d. Turbidez Inicial es una constante y se ha desestimado.
e. DQO Inicial es una constante y se ha desestimado.

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Tabla 8. Pruebas de normalidad^{a,d,e,f,g}

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH final	,216	9	,200 [*]	,906	9	,286
CE final	,296	9	,022	,735	9	,004
OD final	,249	9	,112	,848	9	,070
Turbidez final	,337	9	,004	,740	9	,004
DQO final	,389	9	,000	,654	9	,000

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. pH Inicial es una constante y se ha desestimado.

b. Corrección de la significación de Lilliefors

d. CE Inicial es una constante y se ha desestimado.

e. OD Inicial es una constante y se ha desestimado.

f. Turbidez Inicial es una constante y se ha desestimado.

g. DQO Inicial es una constante y se ha desestimado.

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue > $\alpha=0.05$; Siguen una distribución normal. Se acepta H_0

Si Pvalue < $\alpha=0.05$; No siguen una distribución normal. Se rechaza H_0

Como el p-value es mayor en pH y OD que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), y es menor a CE, Turbidez y DQO entonces los datos se ajustan a una distribución No normal, entonces se puede concluir que los datos son **no paramétricos**.

Nota: No se toma en cuenta la temperatura en vista que se mantiene constante.

Hipótesis específica 2

H1. La concentración de cobre presente en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con filtro de grafeno se ajustan a una distribución normal.

Ho. La concentración de cobre presente en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con filtro de grafeno se ajustan a una distribución NO normal.

Tabla 9. Concentración de cobre presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con filtro de grafeno

Pruebas	Tiempos	Concentración de Cu (g/mL)
Muestra A (4 g. OGR)	Inicial1	3.31383945
	R1-15min	0.408281874
	R1-30min	0.4006538
	R1-45min	0.3650563
Muestra B (8 g. OGR)	Inicial2	3.31383945
	R2-15min	1.9015619
	R2-30min	1.29059208
	R2-45min	0.3123865
Muestra C (12 g. OGR)	Inicial3	3.31383945
	R3-15min	1.69487831
	R3-30min	0.4950963
	R3-45min	0.4246277

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Cu Inicial	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
Cu final	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Tabla 11. Descriptivos^a

		Estadístico	Error típ.
	Media	,7600	,27917
	Intervalo de confianza para la media al 95%		
	Límite inferior	,1162	
	Límite superior	1,4038	
	Media recortada al 5%	,7089	
	Mediana	,3000	
	Varianza	,701	
Cu final	Desv. típ.	,83750	
	Mínimo	,14	
	Máximo	2,30	
	Rango	2,16	
	Amplitud intercuartil	1,40	
	Asimetría	1,116	,717
	Curtosis	-,491	1,400

a. Cu Inicial es una constante y se ha desestimado.

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Tabla 12. Pruebas de normalidad^a

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cu final	,375	9	,001	,740	9	,004

a. Cu Inicial es una constante y se ha desestimado.

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha=0.05$, Siguen una distribución normal. Se acepta H_0

Si $P\text{value} < \alpha=0.05$, No siguen una distribución normal. Se rechaza H_0

Como el p-value es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución NO normal, entonces se puede concluir que los datos son **no paramétricos**.

Hipótesis específica 3

H1. Los aceites y grasas presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con filtro de grafeno se ajustan a una distribución normal.

H_0 . Los aceites y grasas presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac antes y después del tratamiento con filtro de grafeno se ajustan a una distribución NO normal

Tabla 13. Los aceites y grasas presentes en las aguas de la cuenca media

del río Rímac antes y después del tratamiento con filtro de grafeno.

Cód. / Muestra	Tipo de producto	Concentración Aceites y Grasas (mg/L)
MUESTRA INICIAL	A.SUPERFICIAL	4.5079
4G15M	A.SUPERFICIAL	2.8469
4G30M	A.SUPERFICIAL	2.8979
4G45M	A.SUPERFICIAL	2.9479
8G15M	A.SUPERFICIAL	<0.25
8G30M	A.SUPERFICIAL	0.6184
8G45M	A.SUPERFICIAL	1.0601
12G 15M	A.SUPERFICIAL	1.6495
12G 30M	A.SUPERFICIAL	2.2148
12G 45M	A.SUPERFICIAL	2.0149

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Aceites y Grasas inicial	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%
Aceites y Grasas final	9	90,0%	1	10,0%	10	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2021

Tabla 15. Descriptivos^a

		Estadístico	Error típ.	
Aceites y Grasas final	Media	1,832267	,3380461	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,052731	
		Límite superior	2,611802	
	Media recortada al 5%	1,858746		
	Mediana	2,014900		
	Varianza	1,028		
	Desv. típ.	1,0141382		
	Mínimo	,2400		
	Máximo	2,9479		

Rango	2,7079	
Amplitud intercuartil	2,0332	
Asimetría	-,399	,717
Curtosis	-1,311	1,400

a. Aceites y Grasas inicial es una constante y se ha desestimado.

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Tabla 16. Pruebas de normalidad^a

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Aceites y Grasas final	,175	9	,200*	,913	9	,339

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Aceites y Grasas inicial es una constante y se ha desestimado.

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha=0.05$, Siguen una distribución normal. Se acepta H_0

Si $P\text{value} < \alpha=0.05$, No siguen una distribución normal. Se rechaza H_0

Como el p-value es mayor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, entonces se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

Hipótesis general

H_1 : La concentración de los contaminantes (Cu, aceites y grasas) presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac se reduce utilizando el filtro de grafeno

H_0 : La concentración de los contaminantes (Cu, aceites y grasas) presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac no se reduce utilizando el filtro de grafeno.

Para el contraste mediante medias de pruebas distintas se utiliza la **prueba de ANOVA**.

Tabla 17. Prueba de homogeneidad de

varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
pH final	,242	2	6	,792
CE final	,131	2	6	,880
OD final	,206	2	6	,819
Turbidez final	,010	2	6	,990
DQO final	,002	2	6	,998
Cu final	5,735	2	6	,041
Aceites y Grasas final	,173	2	6	,845

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Criterio usado para la igualdad de varianzas:

Si $P\text{value} > \alpha=0.05$ se acepta la H_0 , luego los grupos son homogéneos. Si

$P\text{value} < \alpha=0.05$ Se rechaza H_0 , luego los grupos no son homogéneos.

Tabla 18. ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH final	Inter-grupos	2,342	3	,781	10,363	,009
	Intra-grupos	,452	6	,075		
	Total	2,794	9			
CE final	Inter-grupos	46,799	3	15,600	28,687	,001
	Intra-grupos	3,263	6	,544		
	Total	50,061	9			
OD final	Inter-grupos	,357	3	,119	,653	,610
	Intra-grupos	1,094	6	,182		
	Total	1,451	9			
Turbidez final	Inter-grupos	15819,502	3	5273,167	,179	,907
	Intra-grupos	176328,547	6	29388,091		
	Total	192148,049	9			
DQO final	Inter-grupos	834907,600	3	278302,533	1,403	,330
	Intra-grupos	1190248,000	6	198374,667		
	Total	2025155,600	9			
Cu final	Inter-grupos	7,484	3	2,495	4,898	,047

	Intra-grupos	3,056	6	,509		
	Total	10,539	9			
	Inter-grupos	6,746	3	2,249	1,703	,265
Aceites y Grasas final	Intra-grupos	7,925	6	1,321		
	Total	14,671	9			

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $Pvalue > \alpha=0.05$ se acepta la H_0

Si $Pvalue < \alpha=0.05$ Se rechaza H_0

Observando las significancias, notamos que al menos una de las significancias es menos de 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

V.DISCUSIÓN

En esta investigación se redujo el Cu (II) así como también aceites y grasas presentes en la cuenca media del río Rímac utilizando el filtro de grafeno óptimo de 8 gr en 15 minutos para la reducción de Cu (II) y aceites - grasas correspondientes a la cuenca media del río Rímac. En comparación con la investigación realizada por Delgado y Mendoza su mejor dosis se evaluó durante 3 periodos de 7 días, 14 días y 21 días para obtener una disminución de 99.88% para el Cu (II) en un peso de óxido de grafeno de 4gr siendo 0.5%OG, debido a su porosidad que son más pequeñas las cuales dificultaron traspasar al OG y posibilitando al captar los cationes. Por otro lado, el trabajo de investigación de Rachel (2018) utilizando una dosis 20 mg de OG y un tiempo de 120 minutos. Los resultados se obtuvieron después de 15 minutos con 60% de Cu y después de 60 minutos se encontró el máximo equilibrio. Por tanto, cuanto mayor sea el tiempo de exposición de la muestra existe mayor remoción.

La temperatura obtenida en la investigación inicialmente es de 21,4°C y al término de la reducción óptima es de 19.7°C. En cambio, en la investigación de Rimaycuna, alemán, Neyra, Aguirre, Solis y Cruz (2018) obtuvo una temperatura inicial de 27.5°C llegando a lo largo del tratamiento hasta 45.2°C durante el tratamiento con rayos ultravioleta con titanio dopado con paladio más la agitación (UV+TiO₂Pd+Ax). Afirmaron que la temperatura indica la solubilidad del oxígeno disuelto, debido a que a mayor temperatura, menor es la solubilidad del oxígeno disuelto, y por ende aumenta la solubilidad de las sales lo que genera cambios en el pH y la conductividad eléctrica, por lo que tiene un efecto directo y relación proporcional con el metabolismo del organismo de los recursos naturales (pág. 15).

El pH obtenido en la investigación inicial es de 5.55 pH y el final es de 4.1 pH, lo cual está dentro del rango establecido, debido a que el pH recomendado está entre 5 a 8 pH. De igual manera Hamilton y Rincón (2019) en su investigación trabajaron con 8 pH. Sin embargo, Jun (2019) afirmaron que el pH óptimo es de 5 a 7 pH. Por otro lado, Poma (2017) mencionaron que trabajó con un pH de 5.5 a 6.5 pH. El latente de hidrógeno es importante porque mide la actividad de los iones hidrógeno expresada en logaritmo decimal o el recíproco del logaritmo de base 10 presentes en el agua.

La conductividad eléctrica oscila entre 8330 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de la muestra inicial y la más baja con la reducción de 557 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por tanto, la muestra inicial está en el rango de 10055 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la muestra con reducción más baja se encuentra en el rango de 500 a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lo cual pertenece a la categoría 3 del ECA. A lo contrario, en la investigación de Rimaycuna, alemán, Neyra, Aguirre, Solis y Cruz (2018) se obtuvo una conductividad eléctrica inicial de 833 $\mu\text{S}/\text{cm}$, al finalizar el tratamiento presentaron un cambio el cual estuvo por encima los ECA-Agua categoría 3 D-1, excepto un tratamiento T2 que obtuvo el valor de 932 $\mu\text{S}/\text{cm}$ estando por debajo del ECA-Agua, este aumento se debe al tiempo y al tipo de tratamiento aplicado.

Además, este parámetro es importante ya que es un indicador del grado de mineralización del agua.

La turbidez inicialmente es de 20.5 NTU y siendo la más adecuada en la investigación 24,9 NTU. Sin embargo, en la investigación de Rimaycuna, alemán, Neyra, Aguirre, Solis y Cruz (2018) obtuvieron el resultado más significativo con el tratamiento T1 de 19,4 NTU, estos valores tienden a subir por encima del valor inicial lo cual se evidencia en los posteriores tratamientos durante el periodo de experimentación.

El oxígeno disuelto en la investigación fue 1.44 mgO_2/L . En cambio, el OD de la investigación de Rimaycuna, alemán, Neyra, Aguirre, Solis y Cruz (2018) obtuvieron inicialmente 3.65 mgO_2/L lo cual se redujo a una concentración de 1.58 mg/L , por tanto, ninguno de estos tratamientos alcanzó la concentración mínima de la categoría 3 D-1 del ECA-Agua. Además, este parámetro es muy importante ya que es un indicador para la identificación de cuán contaminada se encuentra esta agua, si tiene un valor elevado indica que tiene buena calidad si los niveles de oxígeno disuelto son bajos los peces y otros organismos no pueden vivir.

La demanda química de oxígeno fue 816 mgO_2/L , siendo la más adecuada en la investigación. En comparación con los resultados de Rimaycuna, alemán, Neyra, Aguirre, Solis y Cruz (2018) obtuvieron inicialmente 323 mgO_2/L , luego de la aplicación de los tratamientos determinaron que el tratamiento T4 fue más óptimo teniendo el valor de 106 mgO_2/L , estos resultados obtenidos se encuentran que ninguno está por debajo del ECA-Agua categoría D-1.

En esta investigación se determinó que la concentración inicial de cobre (II) es 3338.3945 mg/L y la concentración final 1901.56193 mg/L correspondiente en la cuenca media del río Rímac. Asimismo, Delgado y Mendoza (2020) mencionan que el óxido de grafeno obtuvo 99.78% en reducción de Cu. En cambio, Mejillón y Romero (2018) elaboraron un filtro de barro compuesto de arcilla roja, óxido de grafeno y nano partículas siendo el resultado más favorable el 0.5% de óxido de grafeno para la supresión del cobre. Además, Ramos (2018) sintetizó, funcionalizó y demostró los mecanismos de adsorción concluyendo que la eficiencia de la remoción fue de aproximadamente 99.9% para el caso del cobre. Por otro lado, Gonçalvez (2019) realizó un filtro de óxido de grafeno, deduciendo así que la filtración de nanomateriales de óxido de grafeno potencia o mejora las tecnologías de tratamiento de aguas subterráneas.

Asimismo, en esta investigación la concentración inicial fue 4.5079 mg/L y la final de <0.25 mg/L, correspondiente en la cuenca media del río Rímac. También, Jaramillo (2018) determinó que la remoción por óxido de grafeno sí posee capacidad de remoción en aceites y grasas ya que obtuvo una eficiencia de más del 50% en 15 gr/L en 30 minutos. En cambio, Liu, Tu, Chen, Yang, Liang, Chen (2017) fabricaron membranas de nano burbujas de halloysita/ óxido de grafeno, la tasa de división de la emulsión de aceites es de 99.85% en la membrana PDA/ RGO / HNTs. Además, Zhu, Chen, Nie, Zhou (2018) expresa que la membrana GOH posee enormes aplicaciones potenciales en el saneamiento del agua y el tratamiento de aguas servidas ya que tiene la capacidad de dividir emulsiones aceite-agua fijadas con surfactante con una elevada eficacia de división en términos de medida de rechazo de aceite. Por lo tanto, Jiawei, Hengchang, Shi, Haiyang, Xiao, Litao (2018) preparó la membrana de GO / SiO₂, obteniendo como resultado óptimo el cual reduce en un tiempo (<10 minutos) y de costo reducido ofrece el medio de una elaboración masiva y lanza luz en las aplicaciones comerciales del tratamiento de agua de los residuos de aceite en agua en la industria y la vida cotidiana.

El trabajo establece un nuevo enfoque para la prometedora aplicación de GO en el campo del tratamiento de aguas con alta eficiencia y buenas perspectivas económicas.

VI.CONCLUSIONES

El filtro de óxido de grafeno logró la reducción de la concentración de cobre y grasas en el agua de la cuenca media del río Rímac en un 99.78%.

Se determinó que los parámetros físico-químicos de la muestra principal bajaron con la aplicación del filtro tanto como en el oxígeno, pH, turbidez, dco, temperatura, color y olor.

.

Se determinó la concentración de cobre presentes en la cuenca media del río Rímac las cuales se redujeron tras el análisis y la comparación del antes y después del filtro de óxido de grafeno.

Se determinó los aceites y grasas presentes en la cuenca media del río Rímac los cuales se disminuyeron considerablemente, estos resultados se obtuvieron tras el vigoroso análisis y comparación de la muestra principal y el después de la aplicación con el filtro de óxido de grafeno.

Se logro la determinación en la presente investigación que para obtener un mejor resultado los mejores tiempos fueron 30 minutos y 45 minutos. Sabiendo y mencionando que el tiempo no tiene nada que ver o influir en la reducción de cobre y aceites-grasas, sin embargo, siempre debemos establecer un tiempo de exposición.

Como anteriormente ya mencionado agregamos como dato para futuras investigaciones que mientras la proporción de óxido de grafeno sea mayor mejores resultados obtuvimos en la reducción de cobre y aceites-grasas.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar 3 repeticiones de los 3 diferentes tiempos de la misma cantidad de grafeno utilizada en la investigación con la finalidad de tener una mejor efectividad en el resultado.

Elaborar un filtro más amplio con el equipo adecuado para lograr una mejor presión de circulación del agua que pase por la membrana de grafeno teniendo una mejor reducción de metales.

VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bezerra, Caroline. (2018). Estudo da produção e aplicação de óxidos de grafite e grafeno para remoção de contaminantes em meio aquoso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade federal de Pernambuco centro de tecnologia e geociências. Brasil. Recife. Febrero 2018. 130 pp. Disponible en <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/30380>

Bloor, Ray. Argota, George. Iannacone, Jose. & Shiyad, Sara. (2021). Aerogeles de biopolímero de óxido de grafeno para la eliminación de plomo del agua potable mediante una nueva cascada de intercambio iónico mejorada con nanopartículas. Disponible en: <https://www.journals.elsevier.com/ecotoxicology-and-environmental-safety>

Carbotecnia. (2020). Cobre en el agua, efectos en la salud y como eliminarlo. Recuperado de: https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/cobre-en-el-agua/?fbclid=IwAR3v-8kjtj1_OINcFaQJzQ-sHAXezpwqTrZed13jA0QTYDCx6kaZQ5tCptg

Chata Ayde. (2015). *Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb, y Cd) en agua y leche en la cuenca del río Coata*. 2015. Tesis para optar al título profesional de Licenciada en Nutrición Humana. Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1930>

Chavez Azucena. (2016) *Determinación de metales pesados en el agua del manantial La Quintanilla y línea de conducción del sistema de agua potable del distrito de Sucre – Celendín*. 2016. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1753>

Cortinez Diego. (2018) *Preparación de papel de óxido de grafeno para aplicaciones en tratamiento de aguas*. Tesis (Título para ingeniero civil químico). Santiago de Chile. 12 de marzo de 2018. 100 pp. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/167865/Preparaci%C3%B3n-depapel-de-%C3%B3xido-de-grafeno-para-aplicaciones-en-tratamiento-deaguas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Debnath, Bikash & SINGH, WaikhomSomraj & MANNA, Kuntal. (2019). *Sources and toxicological effects of lead on human health*. Indian Journal of Medical Specialities. 10(2):66. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/333332432_Sources_and_toxicological_effects_of_lead_on_human_health

Delgado Xiomara Ximena y Mendoza Rene Brayans. (2020). *Eficiencia del óxido de grafeno para la remoción de Pb y Cu presentes en aguas del río Huarmey, 2020*. Tesis para obtener el título de ingeniero. Universidad Cesar Vallejo. Perú, 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/63745>

Freire, Tania Cristina. & Pacheco, Cristina Valeria. *Estudio del consumo de energía en el proceso de ósmosis inversa utilizando un filtro de membrana de grafeno para la desalinización del agua del mar*. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Químico. Universidad Central del Ecuador – Quito, 2017. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12918>

Godwill, Azeh Engwa. Paschaline, Udoka Ferdinand. Friday, Nweke Nwalo. & Marian N. Unachukwu. (2019). *Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans*. In book: *Poisoning in the Modern World - New Tricks for an Old Dog*. (pp.1-23). Disponible en: <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.5772%2Fintechopen.82511>

Gonçalves, Augusto. (2019). Nanofiltro de óxido de grafeno para remediación de aguas subterráneas contaminadas. Universidade de São Paulo. Brasil. [en línea]. Octubre 2019. [Fecha de consulta: 8 de noviembre del 2019]. Disponible en <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29406/19008> ISSN 2179-9784 (electrónico)

Gordon, Franklin. (2017). *Aplicabilidad del composito goethita/ óxido de grafeno reducido para remover metales pesados de aguas contaminadas*. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental. Universidad Politécnica Nacional. Ecuador: Quito. Disponible: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18363>

Hamilton, Paez & Rincón, Laura. Uso del óxido de grafeno como adsorbente en la remoción de cromo en una matriz acuosa con características de agua residual producto de la actividad de curtido. Tesis para obtener el grado de ingeniero ambiental y sanitario. Universidad de la Salle. Bogota D.C, 2019. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1780&context=ing_ambiental_salanitaria

Huang, Tiefan. Zhang, Lin. Chen, Huanlin. & Gao, Congjie. (2013). Fabricación Sol-Gel de una membrana de óxido de grafeno no laminado para la separación de aceite / agua. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/TA/C5TA04471E>

Jaramillo, Miguel (2018). *Remoción de aceites y grasas mediante óxido de grafeno artesanal en el centro de lavado "Splash" San Miguel – Lima, 2018*. Tesis para obtener el título profesional de: Ingeniera Ambiental. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32303?locale-attribute=en>

Jiawei, Sun. Hengchang, Bi. Shi, Su. Haiyang, jia. Xiao, Xie. & Litao, Sun. (2018). Preparación en un solo paso de la membrana GO / SiO₂ para una separación altamente eficiente de la emulsión de aceite en agua. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0376738817334269?via%3Dihub>

Juarez, Henry. *Contaminación del Río Rímac por metales pesados y efecto en la agricultura en el Cono Este de Lima Metropolitana*. 2012. Disponible en: <https://www.agriculturaenlima.org/wp-content/uploads/2018/07/Contaminacion-del-R-->

[o-R--mac-por-metales-pesados-y0Aefecto-en-la-agricultura-en-el-Cono-Este-de-Lima0AMetropolitana.pdf](#)

Junxing, Hao. Kangbing, Wu. Chidan, Wan. & Yong, Tang. *Reduced graphene oxide-ZnO nanocomposite based electrochemical sensor for sensitive and selective monitoring of 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine*. Talanta, Volumen 185, 2018, Pages 550-556, ISSN 0039-9140. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039914018303734>

Kang, Junhyeok. Choi, Yunkyu. Hom Kim, Ji. Choi, Eunji. Choi, Eun Seung. Kwon, Ohchan. Kim Woo, Dae. (2021). Membrana de grafeno nanoporoso funcionalizado con nanofiltración ultrarrápida y estable. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0376738820312114>

Khaja, Shameen. Mohammed, Abdul. Sudheera, Sammanthi. Ediriweera, Chandana. Channa, Jayasumana. & Mangala De Silva (2015). Arsenic and human health effects: A Review. Environmental Toxicology and Pharmacology, 40 (2015) 828 – 846. Disponible en: <https://www.researchgate.net/deref/doi.org%2F10.1016%2Fj.etap.2015.09.016>

Kumari, Mayuri. Sankhla, Mahipal. Nandan, Manisha. Kumar, Rajeev. & Agrawal, Prashant (2016). Heavy Metals Contamination in Water and their Hazardous Effect on Human Health- A Review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. ISSN: 2319-7706 Volume 5 Number 10 (2016) pp. 759-766. Disponible en:

<https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.20546%2Fijcmas.2016.510.082>

Liu, Yucheng. Tu, Wenwen. Chen, Mingyan. Ma, Lili. Yang, Bing. Liang, Qingling. & Chen, Yuayuan (2017). Un método inducido por el mejillón para fabricar membranas de nanotubos de halloysita / óxido de grafeno reducido para aplicaciones multifuncionales en la purificación de agua y separación de aceite / agua. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894717321514?via%3Dihub>

Lozada, José. *Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria*. Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Pichincha, Ecuador. 2014. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20aplicada%20busca%20la,la%20teor%C3%ADa%20y%20el%20producto.>

Mar, Itzel. (2020). Síntesis de fibras nanocompuestas a partir de PVA reforzadas con celulosa cristalina / Grafeno para la obtención de películas sostenibles: Aplicaciones potenciales. Tesis para obtener el grado de maestría en tecnología avanzada. México: Tamaulipas. Disponible en: <file:///C:/Users/Neslyt/Downloads/TESIS%20MAR%20MÉNDEZ%20ITZEL%20MILAGROS.pdf>.

MA, Ying - Xia. Shao, Wen-Jie. Sun, Wen. Kou, Ya-Lan. Li, Xin. & Yang, Hai-Peng. (2018). One - step fabrication of β - cyclodextrin modified magnetic graphene oxide nanohybrids for adsorption of Pb(II), Cu(II) and methylene blue in aqueous solutions [en línea]. Revista ScienceDirect. Vol. 459. Pages 544 - 553. 30 Noviembre 2018. [Fecha de consulta: 01 abril del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.08.025>

Mejillón, María & Romero Mariuxi (2018). *Elaboración de un filtro de barro compuesto de arcilla roja, óxido de grafeno y nanopartículas de plata para el tratamiento de aguas del Río Chimbo*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Química. Ecuador: Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33471>.

Ministerio de Economía y Finanzas y Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). D.S. N° 010–2010-MINAM. Aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicas. Lima: El Peruano, 2010. 424117pp. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/01/LMP-Efluentes-Minero-Metalurgicos.pdf>

Moshari, Omar. Brower, Jhon. Hansson, Per. & Ho, Junming (2021). Estudio de adsorción de iones de plomo sobre compuesto de azufre/óxido de grafeno reducido. Disponible en: <https://www.journals.elsevier.com/chemical-data-collections>

Pérez, Adela. Estudio de las propiedades optoelectrónicas en multicapas de óxidos de grafeno (MOG) y multicapas de óxidos de grafeno reducidos (MOGR). Tesis para obtener el grado de Magíster en física. Perú: Lima, 2019. Disponible en: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14380/P%C3%89REZ_CARRE%C3%91O_ADELA_AURORA.pdf?sequence=1

Pichardo, Bernardo. (2017). Evaluación de óxido de grafeno magnético GO-(Fe₃O₄) como adsorbente de cromo hexavalente (Cr⁶⁺). Tesis para obtener el grado de maestro en ingeniería de producción más limpia. Instituto Politécnico Nacional: México, 2017.

Disponible

en:

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/26092/Pichardo%20Caballero%20Bernardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Poma, Liz. *Comparación de materiales compuestos a base de óxido de grafeno reducido para remover plomo de efluentes*. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Físico. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú: Lima, 2017. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_2e695276278857b3fe8547017f1dc8f1/Description#tabnav

Ramos, Gloria. (2018). Efecto de la química superficial del óxido de grafeno en el desarrollo de aplicaciones. Tesis (doctoral de investigación experimental en ingeniería química). Universidad de Alicante. 14 de julio de 2017. 375 pp. Disponible en <http://hdl.handle.net/10045/71402>

Robertson, Miguel. (2020). Filtro de agua de grafeno [Mensaje de un blog]. Disponible en: <http://www.ibizainspiracion.com/es/>

Rodriguez, Diego. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102930192017001200012&fbclid=IwAR3v-8kijt1_OINcFaQJzQ-sHAxezpwgTrZed13jA0QTYDCx6kaZQ5tCptq

Rojas, Diego, & Sanchez, Kateryn (2020). *Capacidad de adsorción de un material compuesto a base de bentonita y óxido de grafeno para remover arsénico en agua contaminada*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Química. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/8443/BC4846%20ROJAS%20GONZAGASANCHEZ%20BALAREZO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sanchez, Juan. (24 de febrero de 2020). Como hacer un filtro de agua casero para beber [Mensaje en un blog]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/>

Sharma, Honey & RAWAL, Neetu & MATHEW, Blessy. (2015). *The characteristics, toxicity and effects of cadmium*. International Journal of nanotechnology and nanoscience. Vol. 3, 2015, 1-9. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/305778858_The_characteristics_toxicity_and_effects_of_cadmium

Shahzad, Asif. Miran, Waheed. Rasool, Kashif. Nawaz, Mohsin. Jang, Jiseon. Lim, Seong-Rin. & Sung Lee, Dae. Heavy metals removal by EDTA - functionalized chitosan graphene oxide nanocomposites [en línea]. Revista ScienceDirect. N° 16. 2 February 2017. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1039/c6ra28406j>

Singh, Pardeep. Kumar, Praveen. D.Pooja. & Patil, Sandip. (2020). Water Pollutants: Sensors in Water Pollutants Monitoring: Role of Material, Advanced Functional Materials and Sensors Origin and Status. Disponible en: https://www.researchgate.net/deref/https%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.1007%2F978-981-15-0671-0_2

Telles, Kelly. (2019) *Síntesis y funcionalización de Óxido de Grafeno para su uso como adsorbente de Arsénico en agua*. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua: Managua, 2019. Disponible en: <http://ribuni.uni.edu.ni/2803/1/93403.pdf>

Wang, Zhi Hang. (2016). Tartaric acid modified graphene oxide as a novel adsorbent for high - efficiently removal of Cu (II) and Pb (II) from aqueous solutions [en línea]. Revista ScienceDirect. Vol. 66. Pages 181 – 190. September 2016. [Fecha de consulta: 01 de junio de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.06.018>

Zhan, Yingqing. He, Shuangjiang. Wan, Xinyi. Zhao, Shumei. & Bai, Yulong. (2018). Nanotubos de poli (éter de arileno nitrilo) / halosita térmica y químicamente estables membranas compuestas nanofibras de óxido de grafeno intercalado para separación de emulsión de aceite / agua eficiente en entornos hostiles. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0376738818320404?via%3Dihub>

Zhu, Yao. Chen, Penpeng. Nie, Wangyan. & Zhou, Yifeng. (2018). Propiedades de separación de emulsión de aceite en agua muy mejoradas de la membrana de óxido de grafeno tras la composición con nanotubos de halosita. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-018-3757-6>

ANEXOS

ANEXO 1. VARIABLES Y OPERALIZACION


Tabla 1. Operacionalización de variable

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Unidad de Medida	Escala de Medición
Variable Independiente Filtro de Grafeno	Es un recubrimiento de grafeno con “nanocanales microscópicos” que permiten que las moléculas de agua pasen mientras que detienen las moléculas más grandes contaminantes. (Robertson, 2020).	Se trabajará en 1 puntos para recolectar las 3 muestras de agua del rio Rímac. En el cual se aplicará el grafeno	Características Físicas del filtro de grafeno	Tamaño del filtro	cm	Razón
				Ancho	cm	Razón
				Grosor	cm	Razón
				Cantidad de grafeno	kg	Razón
				Tamaño de jeringa	cm	Razón
				turbidez	NTU	Razón
				Tiempo	min	Razón
Variable Dependiente Reducción de Metales Pesados y Grasas Presentes en la Cuenca Media de las Aguas de Rio Rímac	Los metales pesados constituyen uno de los grupos más peligrosos debido a su naturaleza en los organismos y sufrir la amplificación de la cadena alimentaria y más aún, no son degradables. KUMARI, et al.(2016).	Reducir la concentración de cobre y grasas presente en aguas de la cuenca media del Rio Rímac, utilizando el filtro de Grafeno.	Características Organolépticas del agua del rio Rímac	Temperatura	°C	Intervalo
				Grasas	mg/l	Razón
			Propiedades Físicas del contaminante del agua del rio Rímac	Oxígeno disuelto	mg/l	Razón
				Cobre	mg/l	Razón
			Propiedades Químicas del agua del rio Rímac	Acidez o alcalinidad	PH	Razón

ANEXO 2. FICHA DE REGISTRO DE CAMPO

FICHA 1. Registro de campo	
Título	“Reducción de cobre y aceites - grasas presentes en aguas de la cuenca media del río Rímac utilizando filtro de grafeno, Lima”
Línea de Investigación	Calidad y gestión de recursos naturales
Responsables	Culque Maldonado Neslyt Zulmira
	Leno Avila Brayan Alcides
Asesor	Ing. Valverde Flores Jhony Wilfredo
Lugar: Fecha: Situación: Elaborado por:	
OBSERVACIÓN	COMENTARIOS


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivares
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP: 71598

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


ANEXO 3. FICHA DE CADENA DE CUSTODIA

FICHA 2. Cadena de custodia			
Título	"Reducción de cobre y aceites - grasas presentes en aguas de la cuenca media del río Rímac utilizando filtro de grafeno, Lima"		
Línea de Investigación	Calidad y gestión de recursos naturales		
Responsables	Culque Maldonado Neslyt Zulmira		
	Leno Avila Brayan Alcides		
Asesor	Ing. Valverde Flores Jhony Wilfredo		
Solicitante:			
Dirección:	Distrito:	Provincia:	Dpto:
Contacto:		Teléfono:	
Responsable del muestreo: 1.- 2.-		Firma:	

Código de laboratorio	Código de campo	Fecha de campo	Hora de muestreo	Origen de la fuente	Puntos de muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	UTM	Nº de incidencias	Volumen total


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP: 71206

Atentamente,

 Jhan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

ANEXO 4. FICHA DE REGISTRO DE ANALISIS DE MUESTRA ANTES DEL TRATAMIENTO

FICHA 3. Registro de análisis de muestra antes del tratamiento			
Título	"Reducción de cobre y aceites - grasas presentes en aguas de la cuenca media del río Rímac utilizando filtro de grafeno, Lima"		
Línea de Investigación	Calidad y gestión de recursos naturales		
Responsables	Culque Maldonado Neslyt Zulmira		
	Leno Avila Brayan Alcides		
Asesor	Ing. Valverde Flores Jhony Wilfredo		
Datos generales:			
Nombre del sitio de estudio		Departamento	
Actividad principal		Provincia	
Dirección		Distrito	
Datos del punto de muestreo			
Nombre del punto de muestreo		Operador	
Coordenadas UTM	Este	Protocolo de muestreo	
	Norte		
Temperatura del ambiente (°C)		Observaciones	
Datos de la muestra			
Código de muestra		Fecha	
		Hora	
Características Organolépticas		Olor	
		Color	
Parámetros químicos	Valor	Unidad	Observaciones
pH			
Oxígeno disuelto			
Cobre			
Parámetros físicos	Valor	Unidad	
Temperatura			
Grasa			
		Responsable	


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. Elmer G. Benites Allaro
 CP 71598

Atentamente,

 Jhony Wilfredo Flores Valverde
 DNI: 08447308

ANEXO 5. FICHA DE REGISTRO DE OBSERVACION EN EL TRATAMIENTO

FICHA 4. Registro de observación en el tratamiento

FICHA 4. Registro de observación en el tratamiento				
Título	"Reducción de cobre y aceites - grasas presentes en aguas de la cuenca media del río Rímac utilizando filtro de grafeno, Lima"			
Línea de Investigación	Calidad y gestión de recursos naturales			
Responsables	Culque Maldonado Neslyt Zulmira			
	Leno Avila Brayán Alcides			
Asesor	Ing. Valverde Flores Jhony Wilfredo			
Datos generales:				
Departamento:			Lugar:	
Provincia:			Fecha:	
Distrito:			Hora:	
Coordenas UTM:	Este		Temperatura del ambiente (°C)	
	Norte			
Cambios en la muestra del efluente:				
Código de la muestra:			Tratamiento aplicado:	
Características visibles	Valor	unidad	Observaciones	
Tiempo de acción				
Flujo				
Olor				
Color				
		Responsable		


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CP 71058

Atentamente,

 Jhony Wilfredo Flores
 DNI: 08447308

ANEXO 6. FICHA DE REGISTRO DE ANALISIS DE MUESTRA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO


FICHA 5. Registro de análisis de muestra después del tratamiento			
Título	"Reducción de cobre y aceites - grasas presentes en aguas de la cuenca media del río Rímac utilizando filtro de grafeno, Lima"		
Línea de Investigación	Calidad y gestión de recursos naturales		
Responsables	Culque Maldonado Neslyt Zulmira		
	Leno Avila Brayan Alcides		
Asesor	Ing. Valverde Flores Jhony Wilfredo		
Datos generales:			
Nombre del sitio de estudio		Departamento	
Actividad principal		Provincia	
Dirección		Distrito	
Datos del punto de muestreo			
Nombre del punto de muestreo		Operador	
Coordenadas UTM	Este	Protocolo de muestreo	
	Norte		
Temperatura del ambiente (°C)		Observaciones	
Datos de la muestra			
Código de muestra		Fecha	
		Hora	
Características Organolépticas		Olor	
		Color	
Parámetros químicos	Valor	Unidad	Observaciones
pH			
Oxígeno disuelto			
Cobre			
Parámetros físicos	Valor	Unidad	
Temperatura			
Grasa			
		Responsable	

ANEXO

7. FICHA

DE VALIDACION


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. Elmer G. Benites Alvaro
 CP° 71258


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

I. DATOS GENERALES

- a. Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
- b. Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
- c. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental.
- d. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de campo.
- e. Autor(A) de Instrumento: Culque Maldonado Neslyt Zulmira y Leno Avila Brayan Alcides

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

8
5%

Lima, 1 de diciembre de 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0076275

ANEXO 8. FICHA DE VALIDACION

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera ,Carlos Alberto
- Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
- Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental.
- Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia.
- Autor(A) de Instrumento: Culque Maldonado Neslyt Zulmira y Leno Avila Brayan Alcides

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

8
50%

Lima, 1 de diciembre de 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130287
 RENACYT: P0076275

ANEXO 9. FICHA DE VALIDACIÓN

V. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera ,Carlos Alberto
- Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
- Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental.
- Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de análisis de muestra antes del tratamiento.
- Autor(A) de Instrumento: Culque Maldonado Neslyt Zulmira y Leno Avila Brayán Alcides

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
-

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

8
5%

de diciembre de 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Lima, 1

ANEXO 10. FICHA DE VALIDACIÓN

IX. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera ,Carlos Alberto
- Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
- Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental.
- Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de análisis de muestra antes del tratamiento.
- Autor(A) de Instrumento: Culque Maldonado Neslyt Zulmira y Leno Avila Brayan Alcides

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
-

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

8 5%

Lima, 1 de diciembre de 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

ANEXO 11. FICHA DE VALIDACIÓN

X. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera ,Carlos Alberto
- Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
- Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental.
- Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de análisis de muestra antes del tratamiento.
- Autor(A) de Instrumento: Culque Maldonado Neslyt Zulmira y Leno Avila Brayan Alcides

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
-

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

8
5%

Lima, 1 de diciembre de 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130287
 RENACYT: P0078275

ANEXO 12. RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO



RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

1. Determinación de Aceites y Grasas

Muestra: Aguas de la Cuenca Media del Río Rímac.

Método: Gravimétrico - Extracción con Hexano.

Cód. / Muestra	Tipo de producto	E	V	D	Ce (ug/mL)	Cm (mg/L)	Concentración Reportada (mg/L)
12G 45M	A.SUPERFICIAL	20	200	1	20,1490	2,0149	2,0149
12G 30M	A.SUPERFICIAL	20	200	1	22,1479	2,2148	2,2148
12G 15M	A.SUPERFICIAL	20	200	1	16,4948	1,6495	1,6495
8G15M	A.SUPERFICIAL	20	200	1	0,6392	0,06392	<0.25
8G45M	A.SUPERFICIAL	20	200	1	10,6011	1,0601	1,0601
8G30M	A.SUPERFICIAL	20	200	1	6,1835	0,6184	0,6184
4G30M	A.SUPERFICIAL	20	200	1	28,9787	2,8979	2,8979
4G45M	A.SUPERFICIAL	20	200	1	29,4789	2,9479	2,9479
4G15M	A.SUPERFICIAL	20	200	1	28,4690	2,8469	2,8469
MUESTRA PURA	A.SUPERFICIAL	20	200	1	45,0789	4,5079	4,5079

Sigfredo A. Quintana Paetán
QUÍMICO
CQP 596

Químico, Alexander Quintana Paetán
Profesor de Laboratorio
CQP 596

ANEXO 13. RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO Y FÍSICO



RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO Y FÍSICO

3. Determinación de los parametros fisicos y quimicos

Muestra: Aguas de la Cuenca Media del Río Rímac.

Estación	Ph	Temperatura (C°)	C.E ms/cm	OD mg/L	TURBIDEZ NTU	DQO mg/L
4 g - 15 minutos	3,69	19,4	0,742	0,54	27,4	807
4 g - 30 minutos	3,71	19,4	0,571	0,51	26,1	816
4 g - 45 minutos	3,78	19,4	0,557	0,55	24,9	803
8 g - 15 minutos	4,13	19,7	0,909	0,74	87,6	67
8 g - 30 minutos	4,18	19,7	0,741	0,81	82,1	54
8 g-45 minutos	4,32	19,7	0,675	0,77	85,3	51
12 g - 15 minutos	3,61	19,7	1,955	1,22	342	19
12 g - 30 minutos	3,87	19,7	1,971	1,41	355	19
12 g - 45 minutos	3,82	19,7	1,971	1,44	3,47	18
MUESTRA INICIAL	5,55	21,4	8,33	0,27	20,5	1258

Sigfredo A. Quintana Paetán
QUÍMICO
CQP 596

Químico, Alexander Quintana Paetán
Profesor de Laboratorio
CQP 596

ANEXO 14. RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO



RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

2. Determinación de la Reducción del Cobre

Muestra: Aguas de la Cuenca Media del Río Rímac.

Método: Espectrofotometría

Cód. / Muestra	Concentración g/mL
4 g - 15 minutos	0.408281874
4 g - 30 minutos	0.4006538
4 g - 45 minutos	0.3650563
8 g - 15 minutos	1.9015619
8 g - 30 minutos	1.29059208
8 g-45 minutos	0.3123865
12 g - 15 minutos	1.69487831
12 g - 30 minutos	0.4950963
12 g - 45 minutos	0.4246277
MUESTRA INICIAL	3.31383945


Sigfredo A. Quintana Paetán
QUÍMICO
CQP 596

Químico, Alexander Quintana Paetán
Profesor de Laboratorio
CQP 596

ANEXO 15. RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO



Figura 19: Resultado de las esponjas de grafeno en sus 3 diferentes cantidades
Fuente: Imagen propia



Figura 20: Jeringas de 100 mL que serán utilizadas como filtro etiquetadas con 3 diferentes cantidades de membrana
Fuente: Imagen propia



Figura 21: Colocando la membrana en el filtro de 100 mL
Fuente: Imagen propia



Figura 22: Agregando nitrógeno líquido a la membrana de grafeno para separar el agua del ácido acético

Fuente: Imagen propia



Figura 23: Elaborando la curva de calibración para el sulfato de cobre (Cu II)
Fuente: Imágenes propias



Figura 24: Obteniendo resultados del sulfato de cobre a través del espectrofotómetro aplicando la curva de calibración
Fuente: Imágenes propias

ANEXO 16. Declaratoria de originalidad



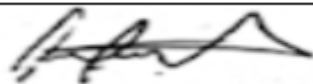

Nosotros, Culque Maldonado Neslyt Zulmira y Leno Avila Brayan Alcides, alumnos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado: "Reducción de cobre y aceites - grasas presentes en las aguas de la cuenca media del río Rímac utilizando filtro de grafeno, Lima"

Nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima, 25 de julio 2021

Apellidos y Nombres del Autor Culque Maldonado, Neslyt Zulmira	
DNI: 76025930	Firma 
ORCID: 0000-0002-4766-8329	
Apellidos y Nombres del Autor Leno Avila, Brayan Alcides	
DNI: 71873644	Firma 
ORCID: 0000-0001-9961-9038	

ANEXO 17. Resultado del turnitin del proyecto de investigación

