



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd y Pb
en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco - 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Alvarez Orosco, Alcione (orcid.org/0000-0001-5190-5123)

Neyra Campos, Milton (orcid.org/0000-0001-8349-5018)

ASESOR:

Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo (orcid.org/0000-0003-2526-112X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a Dios, a nuestros padres y hermanos por su apoyo y por la motivación que a diario nos impartían para salir adelante.

ALVAREZ OROSCO, Alcione

NEYRA CAMPOS, Milton

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios por la vida y la salud. A nuestra familia por su apoyo incondicional. A nuestro asesor por su apoyo y paciencia en la elaboración de este trabajo. A la universidad César Vallejo.

ALVAREZ OROSCO, Alcione

NEYRA CAMPOS, Milton



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA

PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VALVERDE FLORES JHONNY WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco - 2023", cuyos autores son NEYRA CAMPOS MILTON, ALVAREZ OROSCO ALCIONE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 15 de Setiembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JHONNY WILFREDO VALVERDE FLORES DNI: 18120253 ORCID: 0000-0003-2526-112X	Firmado electrónicamente por: VALVERDE el 15-09- 2023 13:42:48

Código documento Trilce: TRI - 0651134



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, NEYRA CAMPOS MILTON, ALVAREZ OROSCO ALCIONE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis Completa titulada: "Eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco - 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis Completa:

1. No ha sido plagiada 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 publicada, ni presentada 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 la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ALCIONE ALVAREZ OROSCO DNI: 74470484 ORCID: 0000-0001-5190-5123	Firmado electrónicamente por: AALVAREZOR30 el 15-09-2023 09:10:52
MILTON NEYRA CAMPOS DNI: 72620603 ORCID: 0000-0001-8349-5018	Firmado electrónicamente por: NEYRACA15 el 15-09-2023 10:25:19

Código documento Trilce: TRI - 0651133

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.1.1. Tipo de investigación	14
3.1.2. Diseño de investigación.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Validación por los expertos	17
Tabla 2. Resultado de muestra inicial	24
Tabla 3. Resultados de las primeras repeticiones	27
Tabla 4. Resultados de las segundas repeticiones	27
Tabla 5. Resultados de las ultimas repeticiones.....	28
Tabla 6. Resultados de eficiencia para la reducción de Cd	31
Tabla 7. Resultados de eficiencia para la reducción de Pb	32
Tabla 8: Datos de hipótesis Específica 1.....	34
Tabla 9: resumen de procesamiento de casos HE1	35
Tabla 10: Descriptivos HE1	35
Tabla 11: pruebas de normalidad HE1	35
Tabla 12: Datos de hipótesis Específica 2.....	36
Tabla 13: Resumen de procesamiento de casos HE2.....	37
Tabla 14: Descriptivos HE2.....	37
Tabla 15: Pruebas de normalidad HE2	38
Tabla 16: Datos de hipótesis Específica 3.....	38
Tabla 17: Resumen de procesamiento de casos HE3.....	39
Tabla 18: Descriptivos HE3.....	39
Tabla 19: Pruebas de normalidad HE3	40
Tabla 20: Prueba de homogeneidad de varianzas	41
Tabla 21: Prueba de Anova.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd o Pb en lixiviados del área degradada de Haqira, Cusco – 2023.....	18
Figura 2. Toma de muestras	19
Figura 3. Conservación de las muestras	19
Figura 4: Diseño de Prototipo.....	20
Figura 5: Disolución con quitosano	20
Figura 6: Mezcla de lixiviados con quitosano diluido	21
Figura 7: Sedimentación de quitosano	21
Figura 8: Toma de muestra general	23
Figura 9: Vasos de precipitados con 500 mL de lixiviados	24
Figura 10: Pesado de quitosano	25
Figura 11: Dilución de quitosano en agua destilada	26
Figura 12: Mezcla de la dilución de quitosano con las muestras de lixiviados	26
Figura 13: Dosis óptima para la remoción de Cd.....	29
Figura 15: Eficiencia de reducción de Cd	32
Figura 16: Eficiencia de reducción de Pb	33

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar la eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco - 2023. Se realizó 4 muestras generales y 3 repeticiones de 500 mL para cada muestra, considerando distintos gramos de quitosano (3,6,9,12g) y distintos tiempos (2,4,6 días), el tratamiento se realizó con una agitación natural. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un diseño experimental.

Ya teniendo los resultados iniciales (2.183 mg/L de Cd y 1.8105 mg/L de Plomo) se procedió a realizar 12 tratamientos con quitosano. Obteniendo como resultados respecto a la eficiencia de absorción de Plomo y Cadmio fueron de 58% y 30% respectivamente, siendo los valores correspondientes a la muestra 4 repetición 3 donde se utilizó 12g de quitosano con una agitación natural. Esta investigación mostró la adsorción natural con quitosano para remover Cd y Pb como un método factible y rentable, ya que la materia prima para este proceso es el quitosano, un compuesto natural que se encuentra fácilmente en la naturaleza acuática.

Palabras clave: Quitosano, adsorción, plomo, cadmio

ABSTRACT

The main objective of this research work was to determine the efficiency of adsorption with chitosan to remove Cd and Pb in leachates from the Haquira dump, Cusco - 2023. 4 general samples and 3 repetitions of 500 mL were carried out for each sample, considering different grams of chitosan (3,6,9,12) and different times (2,4,6 days), the treatment was carried out with natural agitation. The research was developed under a quantitative approach and an experimental design.

Already having the initial results (2.183 mg/L of Cd and 1.8105 mg/L of Lead) we proceeded to carry out 12 treatments with chitosan. Obtaining as results regarding the absorption efficiency of Lead and Cadmium they were 58% and 30% respectively, being the values corresponding to sample 4 repetition 3 where 12g of chitosan was used with natural agitation. This investigation showed the natural adsorption with chitosan to remove Cd and Pb as a feasible and profitable method, since the raw material for this process is chitosan, a natural compound that is easily found in aquatic nature.

Keywords: Chitosan, adsorption, lead, cadmium

I. INTRODUCCIÓN

El aumento poblacional del mundo en las últimas décadas, la falta de cultura ambiental, así como el consumismo; han conllevado a una rápida destrucción y contaminación del agua, suelo, medio ambiente.

En los últimos años, con el rápido crecimiento industrial y un aumento desmesurado de las poblaciones, han incrementado la producción de residuos urbanos e industriales, caracterizados en general, por el contenido de sustancias que les confieren propiedades peligrosas y tóxicas. Estos han generado serios problemas debido a su mala gestión, lo que ha generado la producción de muchos fluidos contaminantes mejor conocidos como lixiviados, aquellos que no son procesados adecuadamente (Palacios, 2018).

El lixiviado es el escurrimiento líquido de los sitios de disposición final. Los desechos se definen como productos de desecho acuosos producidos por procesos bioquímicos intracelulares. Los lixiviados a menudo contienen compuestos orgánicos, metales pesados, nutrientes (N, P), compuestos volátiles y otras materias extrañas (Renou et al., 2008). A diferencia de los metales pesados y las impurezas orgánicas son de naturaleza persistente y, por lo tanto, tienden a acumularse, bioacumularse y biodispersarse en diferentes nichos de ecosistemas y moverse a través de diferentes niveles de la cadena alimentaria. Los efectos de estas sustancias en el medio ambiente (agua, aire y suelo) son reconocidos y algunos de ellos (por ejemplo, Cd^{2+} y Pb^{2+}) están asociados con defectos de nacimiento (BAZÁN, 2018).

En cuanto al lixiviado, es altamente contaminante ya que, en su forma líquida, daña directamente el suelo y el flujo acuífero cercano al vertedero, tanto superficial como subterráneo. Por lo tanto, es importante explorar el uso de polisacáridos con propiedades biodegradables llamados quitosano. La investigación examinó qué tan efectivo es el quitosano para eliminar metales pesados (Pb y Cd) presentes en lixiviados de Haqira, este es un botadero que se encuentra situado en el departamento del Cusco, distrito de Santiago.

Esta investigación se desarrolla a partir de las siguientes preguntas para plantear el problema, como problema general: ¿Es posible la adsorción con quitosano para remover de Cd y Pb en lixiviados del área degradada de Haquira, Cusco - 2023?, como problemas específicos se plantea lo siguiente: 1) ¿Cómo determinar la dosis óptima para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023?, 2) ¿Cómo evaluar las características para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano, en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023?, 3) ¿Cómo se determina la eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023?

La investigación se justifica ambientalmente, porque buscará potenciar las actividades humanas para proponer soluciones ante problemas ambientales, indagará resultados óptimos para la conservación y el tratamiento adecuado de las áreas degradadas (botaderos), para contribuir con la disminución de contaminación en el agua y suelo, la cual se podría replicar en distintos lugares del país; además, será de mucha utilidad para enriquecer la categoría de vida de los pobladores y del cuidado al ambiente. **Como justificación social**, consideramos que el tratamiento de los lixiviados es importante porque es un peligroso desperdicio líquido que atraviesa el suelo y contamina las aguas subterráneas y superficiales, que ejercen el papel de abastecimiento, estos lixiviados generan un impacto importante en la salud humana, es así que esta investigación se debe considerar como una alcance importante para que las futuras generaciones tengan mayor conocimiento sobre el mejor manejo de los residuos y del uso de los botaderos. **Como justificación económica**, es necesario elegir la mejor alternativa; eficiente, ecoamigable y económica para ello, se optó por aplicar un tratamiento de biosorción con quitosano, siendo esta una alternativa ecológica y de bajo costo.

En relación al problema, se formuló como objetivo general: Determinar la eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco - 2023. Como objetivos específicos se plantea lo siguiente: 1) Determinar la dosis óptima para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023. 2) Evaluar las características del tratamiento para

remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano, en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023. 3) Determinar la eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023

Con relación a la hipótesis general se definió la siguiente: Es posible la adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco - 2023. Como hipótesis específicas tenemos: 1) Se puede determinar la dosis óptima para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023, 2) Se puede evaluar las características del tratamiento para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano, en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023, 3) Se puede determinar la eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023

II. MARCO TEÓRICO

Najarro (2021) observó un método de adsorción natural utilizando quitosano para eliminar el cromo hexavalente de los lodos de depuradora. Dijo que los metales pesados son los principales contaminantes en la vida acuática, y el objetivo general es medir la capacidad de adsorción del quitosano para eliminar el cromo hexavalente. Su investigación se realizó con base en métodos cuantitativos y métodos experimentales. Como resultado, se observó que al utilizar 0.4 gramos de biomasa (quitosano y otros aditivos) o un nivel inicial de Cr (VI) de 1.89 mg/l, se logró una eliminación del 61.20% en una hora, dejando una concentración final de 0.7261 mg/l de Cr (VI) en la muestra. Dado que el Cr (VI) es un compuesto orgánico y se encuentra fácilmente en el ambiente acuático, por lo que su eliminación por extracción de quitosano natural se consideró como un método factible y rentable.

Palacios (2018), Evaluó la efectividad del quitosano como agente de limpieza de varios metales pesados que se encuentran en los lixiviados y encontró que algunos vertederos controlados tienen la ventaja de producir un líquido altamente biodegradable llamado lixiviado. Para efectos de control se utilizan desinfectantes amigables con el medio ambiente, los cuales son descargados de las fuentes de agua de estas sucursales. Por otro lado, el quitosano, un polisacárido lineal obtenido del exoesqueleto del camarón, contiene grupos funcionales que incluyen la remoción de metales pesados del jugo: hidroxilo (OH) y grupo amino (-NH₂). Los grupos hidroxilo en el quitosano actuaron como agentes quelantes para los iones de metales pesados, y en el proceso se consideraron los parámetros de pH, la dosis de quitosano y el tiempo de agitación, y esta investigación tuvo como resultado final de la eliminación de metales pesados. La proporción es 60% de cadmio, 50% de cromo y 9% de plomo.

Berrocal (2019), llevo a cabo una investigación experimental con el objetivo principal de evaluar la capacidad de adsorción del quitosano en la reducción de Pb. La eficiencia de adsorción de purificación de agua de 0,1 g de quitosano es 17,47 mg/g y 37,56 %, 0,5 g es 3,71 mg/g y 39,93 %, 1,0 g es 2,03 mg/g y 43,66 %. 0,1 g de quitosano es 19,43 mg/g y 41,79 %, 0,5 g es 4,18 mg/g y 42,72 %, 1,0 g es 2,37 mg/g y 50,97 %.

Gutiérrez (2022), investigó la eliminación de metales pesados del río Moche utilizando quitosano como biopolímero. En su investigación, empleó un diseño experimental que incluyó dos variables independientes: el tiempo de contacto y la cantidad de quitosano, se compararon los productos del proceso de contracción con variables independientes como porcentaje de eliminación de metal y volumen de adsorción. Los hallazgos revelaron que diferentes cantidades de quitosano tuvieron un impacto significativo en la capacidad de adsorción. Además, se determinaron tiempo de contacto y las cantidades óptimas de quitosano comercial para lograr el mayor porcentaje de remoción de plomo, aluminio y cadmio: 7.83 gramos, 7.75 gramos y 8.83 gramos respectivamente, en un período de 90 minutos. Los tratamientos demostraron ser capaces para cumplir con los estándares que establece el ECA para la calidad del agua, al eliminar elementos metálicos de alta densidad como hierro, aluminio, arsénico, zinc, cadmio, plomo y cobre del agua en la ubicación RMOch6.

Chacaltana (2018) En su investigación, determinaron la efectividad de la borra de café para disminuir las concentraciones del cadmio y el plomo disueltos en afluente del río Añasmayo. Su investigación fue motivada por las preocupaciones sobre la toxicidad de estos productos químicos y sus efectos acumulativos, cancerígenos y teratogénicos en el medio ambiente. Estos ríos tienen vida, son para el sustento humano, riego y bebida animal. La investigación involucró el pretratamiento de la borra de café utilizando una estufa y una balanza analítica, además de la medición de parámetros físico-químicos y el tratamiento de muestras de agua con borra de café mediante equipos multiparámetro y jarras. Las muestras se observaron para diagnosticar el volumen de metales en el agua y seguidamente compararon los criterios de calidad del agua establecidos por el ECA. Los productos conseguidos para las eficacias de eliminación de cadmio y plomo disueltos fueron 96.54% y 94.05%, respectivamente, correspondientes a muestras tratadas con 30g de café molido pretratado con NaOH 0.1N.

El Mrabet et al. (2020), Revisó la eficiencia de coagulación y adsorción de los biosorbentes. Evaluaron algunos parámetros fisicoquímicos, DBO5, DQO, el color de lixiviados y turbidez tras el tratamiento en un vertedero urbano en Fez, Marruecos. En

el tratamiento primario de lixiviados, se usó cloruro férrico como coagulante para la coagulación y floculación, y utilizaron conos de ciprés para la absorción de agentes contaminantes en el fluido de coagulación. El coagulante resultante reduce los parámetros como la DQO en un 69 %, la DBO en un 60 % y el color del lixiviado en un 88 %. Luego de adsorber el lixiviado tratado con la madera de ciprés, se observó la DQO, DBO 5 y el color del lixiviado disminuyeron en un 86 %, 96 % y 93 %, respectivamente, en comparación con el valor inicial.

Gonzales y Silva (2021) realizaron una investigación sistemática de los modelos de biosorbentes utilizados para la sustracción de metales pesados en lixiviados utilizando las metodologías y tipos temáticos narrativos. Su investigación fue cualitativa y obtuvo validez y confiabilidad como lo indican los artículos científicos referenciados. Los hallazgos revelaron que los biosorbentes más comúnmente utilizados incluyen plantas, bacterias, algas, hongos, residuos agrícolas e industriales, también los biorreactores (lodos húmedos) absorben contaminantes con una eficiencia aproximadamente de 82,88%. En los artículos observados los metales pesados con mayor frecuencia fueron Cr, Fe, As, Zn, Cd, Cu, Pb y Ni. La relevancia de los biosorbentes radica en su eficaz capacidad para disminuir de manera efectiva los niveles de metales pesados en suelos y aguas contaminadas, lo que justifica su uso en el tratamiento de vertederos y otras fuentes de contaminación ambiental.

Dima & Zaritzky (2019), al evaluar la eficacia del Chitosan como adsorbente de metales pesados obtenidos a partir de desechos de la industria pesquera, planteó que el aprovechamiento de los desechos para adquirir productos de alto valor agregado como una forma de promover una economía sustentable, el Chitosan se obtuvo a partir de desechos de mariscos en la Patagonia y caracterizó fisicoquímicamente, su peso molecular y grado de desacetilación. Los estudios de adsorción de Cr (VI) se realizaron en sistemas por lotes usando partículas de quitosano bajo diferentes concentraciones iniciales de pH, tiempos de contacto y Cr (VI). Además, la síntesis de micro/nanopartículas de Chitosan se llevó a cabo utilizando tripolifosfato de sodio como agente de entrecruzamiento, el cual le confiere estabilidad al Chitosan a pH bajo. Además, se analizaron los espectros infrarrojos de las partículas, utilizando técnicas

químicas y espectroscopía de adsorción de rayos X, la capacidad reductora de las micropartículas/nanopartículas analizadas, Cr (VI) La adsorción sobre las mencionadas partículas se redujo en Cr (VI) menos toxicidad.

Sanga (2016) en su investigación evaluó la biosorción de plomo mediante biomasa bacteriana inactiva aislada en lixiviados y desarrolló una prueba de biosorción a escala de laboratorio en 130 RPM y exceso de Pb a 18 °C. Fijar el sistema con un biosorbente bacteriano en una solución acuosa de plomo. Determinado por espectroscopía de absorción atómica (EAA). Los indicadores optimizados son: biomasa 1 g/L, pH 5, periodo de roce 180 min se utilizan en experimentos de expansión isotérmica por adsorción. Los resultados se aplicaron al prototipo de Langmuir, que definió la amplitud de biosorción en 80.64 mg Pb/g de bioenergía bacteriana inerte, lo que significa que se forma una capa molecular simple entre el metal y la biomasa y se produce la adsorción química. La biomasa mostró intercambio iónico entre plomo y grupos hidroxilo, amina y carboxilo en la pared bacteriana, lo que fue confirmado por espectroscopía de transformada de Fourier (FTIR).

Sánchez et al. (2017) evaluó las propiedades de adsorción de los hidrogeles utilizando Chitosan de cáscara de camarón para metales pesados y desarrolló un método de adsorción de quitosano como una opción a los procedimientos de tratamiento habituales para la recuperación de metales pesados en soluciones acuosas. En dicha investigación, se probó la adsorción de cobre en hidrogeles de quitosano derivados del exoesqueleto de camarón purificados y modificados en solución ácida utilizando los siguientes parámetros: pH de la solución, concentración de cobre elemental, efecto del tiempo de contacto y calidad del adsorbente. Los productos del experimento muestran la perfecta condición para la adsorción de cobre son: pH 4, adsorbente 4,5 g, tiempo de contacto 4 h. En estas condiciones, la tasa de eliminación de cobre es del 99,35 % y se realiza una prueba de adsorción. A concentraciones de cobre más bajas de 160, 250 y 416 ppm en solución ácida, la eliminación de cobre fue tan alta como 92 % y 67,3 % para hidrogeles de quitosano puro a 416 ppm, 72 y 72, y 250 y 416 ppm granulados, respectivamente. Se concluyó que puede ser utilizado como un sorbente efectivo para la separación de cobre en la infiltración de operaciones mineras.

Campo et al. (2018) en su investigación evaluaron la efectividad de una mezcla de varias concentraciones de Chitosan y un extracto de corteza de naranja que se aplicó en la etapa de espesado y coagulación de líquido cloacal, y analizaron el agua de lagos, ríos, etc., sin ningún tratamiento. al flujo superficial. Un grave problema de contaminación que afecta a animales y plantas. Con este fin, se realizó una prueba de alta velocidad y una jarra con agitación lenta. Los resultados indicaron que todos los procedimientos fueron significativamente diferentes a los controles ($p < 0.059$) y efectivos en la reducción de los parámetros estudiados. El tratamiento más eficaz fue una combinación de quitosano y extracto acuoso de piel de naranja (50%) pH 5,5, que redujo significativamente ($p < 0,05$) la turbidez en un 79% y resultó eficaz para su uso en el tratamiento de aguas cloacales, convirtiéndose en un método terapéutico.

Ordoñez (2017) en su investigación utilizó 0,1 g de biosorbente con partículas menores a 0,3 mm para estudiar la biosorción de Cr y Pb empleando bioenergía de corteza de papa. El modelo isométrico calculó la tasa máxima de retención de metales: 14,59 mg/g, y Pb fue de 98,39 mg/g, valores de dosis de Langmuir y Freundlich $K = 2,78$ Cr; $n = 1,77$ para Pb y $K = 5,65$; $n = 2,55$ Cr. Se concluyó que el biosorbente tiene una buena capacidad de adsorción de plomo y cromo, y el tiempo de contacto dependía de la concentración inicial, es decir cuanto mayor era la concentración, más tiempo se tardaba en aplicar el disolvente.

En su investigación, Licares (2019) investigó la eficacia de los peelings de fibrina para eliminar el plomo que se encuentra en aguas servidas contaminadas e inutilizables, demostrando así su eficacia para mitigar los efectos de la contaminación. Con este fin, continuamos tomando la mayor parte del agua restante para medir el contenido de plomo en ella y creamos varias muestras que estaban en contacto con las conchas de cactus, teniendo en cuenta varios factores importantes para obtener los resultados. Después de completar el procedimiento, se evaluó la cantidad de plomo reducida durante la adsorción de cada muestra para determinar si la aplicación de estos métodos era eficaz en la práctica. Sin embargo, utilizando métodos químicos apropiados, se ha demostrado que la corteza de cactus reduce el contenido mineral de las aguas servidas recomendadas para el tratamiento en un 85 % o más.

Algamdi et al. (2023) En su investigación, nanopartículas magnéticas funcionalizadas con tetracarboxilo conjugadas con quitosano (Fe_3O_4 , TCA, CS) se combinaron con coprecipitación in situ para mejorar la eficiencia del proceso de adsorción y obtener resultados rentables Sintetizados por reacción de amidación. Adsorbente para la eliminación de plomo tóxico (II). Las eficiencias de adsorción de Fe_3O_4 , TCA y CS para los iones de Pb (II) resultantes son funciones del pH, la dosis, la concentración inicial de Pb (II), el tiempo de contacto y la temperatura. También se estudió el efecto de los iones Pb (II). Eficiencia de reducción de Pb (II) por la coexistencia de iones como Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} y Cd^{2+} . Los resultados muestran que el prototipo de pseudo primer orden y el prototipo de Freundlich describen mejor la cavidad de adsorción de Pb (II) sobre Fe_3O_4 , TCA y CS, y cavidad superior de adsorción de Pb (II) es 204,92 mg/g sobre Fe_3O_4 , TCA y CS indica que hay y CS, pH=5,5; Dosificación de adsorbente: 0,015 g; Temperatura: 298K. Los estudios termodinámicos han demostrado que la adsorción de Pb (II) en Fe_3O_4 , TCA y CS es un proceso exotérmico. En resumen, esta investigación proporciona un nanocompuesto magnético a base de quitosano simple, económico y efectivo como adsorbente prometedor con excelente adsorción, separación magnética y reutilización para la eliminación de plomo en ambientes acuáticos.

Patel et al. (2023) En su investigación sobre la eficacia de un alcohol polivinílico sintético derivado del quitosano para la eliminación circulatoria de algunos metales pesados. Por lo tanto, las resinas derivadas revelaron las ventajas de la combinación de quitosano y alcohol polivinílico para eliminar algunos metales pesados de las aguas cloacales industriales dominadas por Zn. Los estudios de adsorción por lotes variaron la proporción de adsorbente a adsorbente (0,2 a 2 g/L), el tiempo de contacto (5 a 720 min) y la concentración inicial (194,9 a 584,7 mg/L para Zn y 104,8 mg/L para Zn). ~ 314,4 mg/L) opciones alternativas. 2,65 a 7,95 mg/L para Fe y Pb). Después del primer ciclo, las cavidades máximas de adsorción de los derivados de alcohol polivinílico a base de quitosano de alto peso molecular (alto CSPVA) fueron 222,21, 135,14 y 4,02 para Zn, Fe y Pb, respectivamente. Concluyen que los estudios de regeneración y

desorción cíclica sugieren que las resinas con alto contenido de CSPVA son adsorbentes muy efectivos y útiles para la eliminación de Zn, Fe y Pb.

Yang et al. (2022) en su investigación prepararon quitosano modificado con O-hidroxifeniltiourea (OTCS) con magnífica eficiencia de adsorción de Pb (II) y selectividad como adsorbentes. La estructura y la morfología de los adsorbentes se investigaron sistemáticamente mediante mediciones SEM, BET, FTIR, EDX, potencial zeta, XPS y XRD. Se examinaron los productos de conglomeración inicial de Pb⁺², el tiempo de reacción, temperatura, el pH y los iones coexistentes. A pH 7 y 303 K, la capacidad superior de adsorción de OTCS para Pb⁺² fue de 208,33 mg/g, superior a la de otros adsorbentes reportados en la literatura. El intercambio de iones y la quelación entre los grupos de azufre, nitrógeno, oxígeno y los iones de plomo del adsorbente dan a este material excelentes propiedades de adsorción. En particular, OTCS mostró una excelente selectividad por Pb (II). Por lo tanto, los adsorbentes OTCS deberían facilitar la amplia aplicación de quitosano en la adsorción de Pb (II).

Carvajal & Cardona (2019), En su investigación se centró en la reducción de metales pesados de residuos sólidos en vertederos y evaluó qué alternativas eliminan mejor, reduciendo la cantidad de contaminantes en los vertederos y con mayores niveles de eficiencia. Soluciones de lixiviación como mercurio, cromo, plomo, níquel, cobre, etc. Los llamados métodos convencionales como el tratamiento químico, físico y electroquímico. Se han utilizado para tratar todo tipo de aguas cloacales, especialmente aguas cloacales industriales, y son técnicamente bastante funcionales, pero caras y con muchos subproductos. Sin embargo, el uso de procesos biológicos por ósmosis puede considerarse un tratamiento muy viable, dados los resultados del estudio, que señalan tasas de remoción mejores al 90% en la mayoría de los secos estudiados, dependiendo de la biomasa seleccionada. Esto ayuda a cumplir con los límites establecidos por la Ley de Descargas Permitidas a los Recursos Hídricos.

Safitri et al. (2019) en su investigación, las bacterias degradan los aerosoles para reducir los contaminantes orgánicos e inorgánicos. Su objetivo fue evaluar el potencial de biodegradación de bacterias aisladas de aguas servidas. El método utilizado en el

estudio es una triple hipótesis. Los valores monitoreados durante el proceso de biorremediación de 14 días incluyen sólidos en suspensión (TSS), DQO, DBO y niveles de amoníaco. Los resultados se analizaron a través del del análisis de varianza unidireccional (ANOVA) acompañada del ensayo multivariado de Duncan. Los productos manifestaron que la combinación de *Pseudomonas putida*, *Bacillus licheniformis*, *N. eutropha* (K3), *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* y *Nitrobacter*, redujo los niveles de DBO en un 68 %, los niveles de DQO en un 89 % y los SST en un 71 %. se reducen en un 92 %, lo que da como resultado un 90 % menos de cromo y un 90 % menos de plomo.

Juan (2018) realizó una investigación para demostrar los riesgos ambientales que representan los rellenos sanitarios debido al manejo inadecuado de los lixiviados con el fin de proponer soluciones que ayuden a reducir las sustancias con impacto negativo en el entorno; de esta manera, tratan de sistematizar los procedimientos y técnicas empleados durante las operaciones para lograr la respuesta propuesta. Se recolectaron diferentes muestras en diferentes momentos y en diferentes momentos, y se utilizaron métodos estadísticos descriptivos de frecuencia, correlaciones estadísticas bivariadas y confiabilidad a nivel de escala para obtener una mayor confiabilidad. La investigación concluye que la mala gestión de los lixiviados de los vertederos tiene importantes consecuencias sociales. La toxicidad daña los ecosistemas y la salud de los organismos es grave.

Zúñiga y Urquiza (2021) en su investigación evaluaron el impacto del Relleno Sanitario Hakira en la condición de vida de la sociedad de Cacachuna y Chocó. Se señaló que este relleno sanitario, ubicado cerca de la ciudad del Cusco, ha estado en funcionamiento durante 18 años. En 2018, el estado del Cusco recibió 400 toneladas de desechos diariamente y almacenó más de 2 millones en total. A pesar de tener una capacidad de almacenamiento de residuos sólidos considerable, se ha constatado que el Relleno Sanitario Hakira ha sobrepasado su cavidad máxima, ocasionando polución en la calidad del aire y afectando principalmente a las sociedades cercanas. Para evaluar este impacto, se emplearon datos georreferenciados de encuestas domiciliarias nacionales y datos de concentración de contaminantes provenientes de

imágenes satelitales del Global Burden of Disease. Los resultados mostraron que el vertedero tuvo un efecto adverso en la salud de las comunidades Kachin y Chuko, y la presencia del basurero Hakira también aumentó la contaminación del aire en 0,45 en una escala de Likert.

Muedas (2019) en su investigación realizaron un estudio para averiguar si los elementos compuestos por magnetita y nanotubos de carbono multipared pueden realizar una función de adsorción a través de un solo proceso. Para ello se tuvo en cuenta los efectos que experimentaban, como la concentración de adsorbente y el tiempo de roce. Luego de culminado el desarrollo se concluyó que los metales pesados en las muestras tomadas disminuyeron cada vez más en un 80.6%, por lo que se recomienda utilizar estos elementos para el tratamiento de aguas cloacales con el fin de evitar la contaminación ambiental.

Vicelis & Castro (2015) investigaron el proceso de adsorción y fotodegradación de la adsorción de Hg(H) y la degeneración del rojo de metilo usando esferas de quitosano y Ti₂-quitosano impresas molecularmente. Se señaló que la principal fuente de contaminación en aguas cloacales proviene de actividades industriales como la minería y la producción textil, que liberan metales pesados y tintes tóxicos. Como resultado, finalmente se eliminó el 99,95% del Hg(H) y el 86,46% de la descomposición del rojo de metilo y, además, las perlas pudieron ser reutilizadas en sucesivos ciclos de adsorción. Esta tecnología ofrece una opción conveniente para la curación de aguas cloacales infectadas con metales pesados.

Aston & Chahuasoncco (2022) en su investigación realizaron una revisión sistemática de los coagulantes naturales más empleados en el tratamiento de aguas servidas minerales, revisaron un total de 30 estudios científicos y encontraron que la moringa era el coagulante más comúnmente utilizado y que otros coagulantes tenían un desarrollo similar. Diluye metales pesados en agua como: Aloe Vera, Calabaza, Chitosan, Piñones, Cáscaras (de naranja, Cangrejo, Huevo), Sauce Polinesio y Guaraná, tenían la capacidad de reducir la acumulación de metales en los cuerpos acuáticos. Durante la recopilación de datos, factores como el tiempo de coagulación,

la dosis óptima y velocidad de agitación del coagulante fueron considerados importantes. En particular, el quitosano demostró una eficacia del 86,87 % en la eliminación de plomo, cadmio, manganeso y zinc. Son 94,31%, 91,31% y 76,0% respectivamente. Con respecto a la dosis óptima de coagulante, velocidad de agitación y el tiempo de coagulación son las causas primordiales en el proceso de la coagulación y el tipo de coagulación puede determinar la fuerza del coagulante natural en el proceso de aguas servidas.

Salgado et al. (2012) investigaron la amplitud de adsorción del quitosano y los revestimientos de tejidos de algodón para la eliminación de Cu^{2+} en un sistema acuoso. En su investigación señalaron que la contaminación es un problema de importancia mundial, por lo que cada vez más investigaciones se enfocan en la remediación de suelos, especialmente en aguas servidas contaminadas con metales pesados. El procedimiento consistió en la medición cuantitativa del cobre total mediante un espectrofotómetro UV-Vis, y con una tela se obtuvo una solución de quitosano al 1% con los mejores resultados. Sin tratamiento de preoxidación se eliminó el 73,4% del cobre de la solución, y con 1% de preoxidación del material se eliminó el 68,34% del cobre. Por lo tanto, el recubrimiento se caracterizó por espectrofotometría infrarroja transformada de Fourier (FTIR), microscopía electrónica de barrido (SEM) y técnicas de microscopía óptica, que observaron una excelente cobertura de quitosano.

Ocampo (2012) en su investigación decidió eliminar el mercurio de los efluentes de los rellenos sanitarios y afirmó que el mercurio es un elemento tóxico que debe reducirse en todas las descargas. De manera similar, los investigadores han experimentado con adsorbentes como el carbón activado modificado con azufre y el quitosano para eliminar el mercurio del agua preparada en el laboratorio para su uso en la remoción de mercurio de las aguas servidas de los rellenos sanitarios. Se analizaron las isotermas de mejor correlación en un intento de encontrar el adsorbente más eficaz para la remoción de mercurio de las aguas servidas de los vertederos con la dosis y el tiempo de contacto óptimos. Los filtros y el carbón activado modificado con azufre buscan constantemente parámetros de membrana de quitosano que permitan su uso en sistemas prácticos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La actual investigación se clasifica como modelo aplicado, dado que se recolectarán muestras de lixiviados que contienen metales pesados (Pb y Cd) del botadero de Haqaira, Cusco. Que correspondientes, para después analizar los parámetros físico-químicos en el laboratorio. De igual manera, el enfoque es cuantitativo, ya que es comprendido en un análisis de dato numérico, para esto se considera niveles de medición, ya sea ordinal, de intervalo o nominal, ya que este modelo de metodología requiere de técnicas estadísticas descriptivas, dentro de un paquete estadístico en un tiempo corto, claro dependiendo de la cantidad de datos recolectados (Cabezas et. al, 2018)

3.1.2. Diseño de investigación

Se considera experimental, dado que utiliza un modelo para observar y medir su efecto sobre la variable dependiente. (Cabezas et al. 2018)

3.2. Variables y operacionalización. Espinoza Freire (2018) determinó que la primera etapa de la investigación debe estar en el planteamiento operativo de las variables que deben ser estudiadas detenidamente para su visión de futuro, para dar solución al tema se pueden encontrar más investigaciones en la literatura, se debe introducir nuevos conceptos sobre la realidad de la investigación en la recopilación de evidencia conceptual y métodos empíricos.

A continuación, se introducen las variables de la investigación, que son variables independientes (causas) y variables dependientes (efectos), indicando la posibilidad de ensayar la investigación a través del título.

Variabes de investigación

Variable independiente

- ✓ Adsorción con quitosano

Variable dependiente

- ✓ Remoción de Cd y Pb en lixiviados

- **Definición conceptual**

Adsorción de quitosano. El uso de quitosano es altamente recomendable para la absorción de iones metálicos, dado su considerable área de extensión específica, medida de poro adecuado y amplio, elevada cavidad de absorción, sólida consistencia mecánica, compatibilidad sobresaliente, disponibilidad fácil, posibilidad de amplificación sin complicaciones, coste económico y su respeto por el medio ambiente (Shakeel et. al, 2017).

Remoción de Cd y Pb en lixiviados. Eliminación de cadmio y plomo de lixiviados, es el proceso de eliminar o reducir la concentración original de metales o elementos en el medio ambiente. La eliminación puede deberse a que algunas especies utilizan métodos de absorción y acumulan contaminantes a través de ellos. (BAZÁN y ROJAS, 2018, p.25)

- **Definición operacional**

Adsorción con quitosano. La adsorción con el tratamiento de quitosano se determinó en base de las características teniendo en cuenta los indicadores y las repeticiones a realizar de cada muestra.

Remoción de Cd y Pb en lixiviados. La cantidad de plomo absorbido y la concentración de cadmio se determinarán mediante análisis de laboratorio. Las muestras extraídas serán analizadas para determinar

sus propiedades químicas: pH, temperatura, conductividad y concentración de metales (inicial/final).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población. Se involucra a los lixiviados que contienen metales pesados (Cd y Pb) del botadero de Haquira, ubicado en el departamento y provincia del Cusco y distrito de Santiago.

Muestra. La muestra representativa para esta investigación es de 10 litros de lixiviados del botadero de Haquira, de estas muestras determinaremos la cantidad de Cd y Pb en condiciones de laboratorio.

Muestreo. El método de muestreo es aleatorio probabilístico porque las muestras serán seleccionadas a criterio del investigador.

Unidad de análisis. Es de 500 mL de lixiviados recolectados en el botadero de Haquira respecto al volumen considerado en la población.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La actual investigación emplea procedimientos observacionales que se llevarán a cabo en correlación con los objetivos propuestos, utilizando pautas que especifican los elementos a observar.

El Anexo 2 muestra el formulario que se utilizó para recopilar datos a medida que avanza la investigación.

Ficha 01. Características del tratamiento con quitosano para la adsorción de Cd y Pb.

Ficha 2. Parámetros físico-químicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb antes del tratamiento con quitosano.

Ficha 3. Parámetros físico-químicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb después del tratamiento con quitosano.

Ficha 4. Comparación de los resultados antes y después del tratamiento con quitosano de los Parámetros físico-químicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb para determinar su eficiencia.

Criterios de validez y fialidad de los instrumentos de recopilación de datos.

La validez de este trabajo de investigación se medirá por el juicio de tres expertos en el tema, teniendo en cuenta la claridad de los datos. La credibilidad de un instrumento es el nivel en que puede ser utilizado en situaciones repetidas sin afectar los resultados (Villasís et. al, 2018).

Tabla 1. *Validación por los expertos*

Expertos	Especialidad	Colegiatura (CIP)	Valoración
Ing. Holguin Aranda, Luis Fermin	Calidad y gestión de los recursos naturales	111614	90%
Ing. Danny Alonso, Lizarzaburu Aguinaga	Tratamiento y Gestión de Residuos.	95556	85%
Ing. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Hidrología ambiental	89972	90%
Promedio Final			86.6 %

3.5. Procedimientos

Aquí se podrá describir las fases de la investigación, ya que es un método experimental, se manipulará una o más variables de investigación, el análisis inicial y final de los parámetros físico-químicos. En otras palabras, el experimento implica cambiar el valor de la variable independiente y el efecto sobre la variable dependiente.

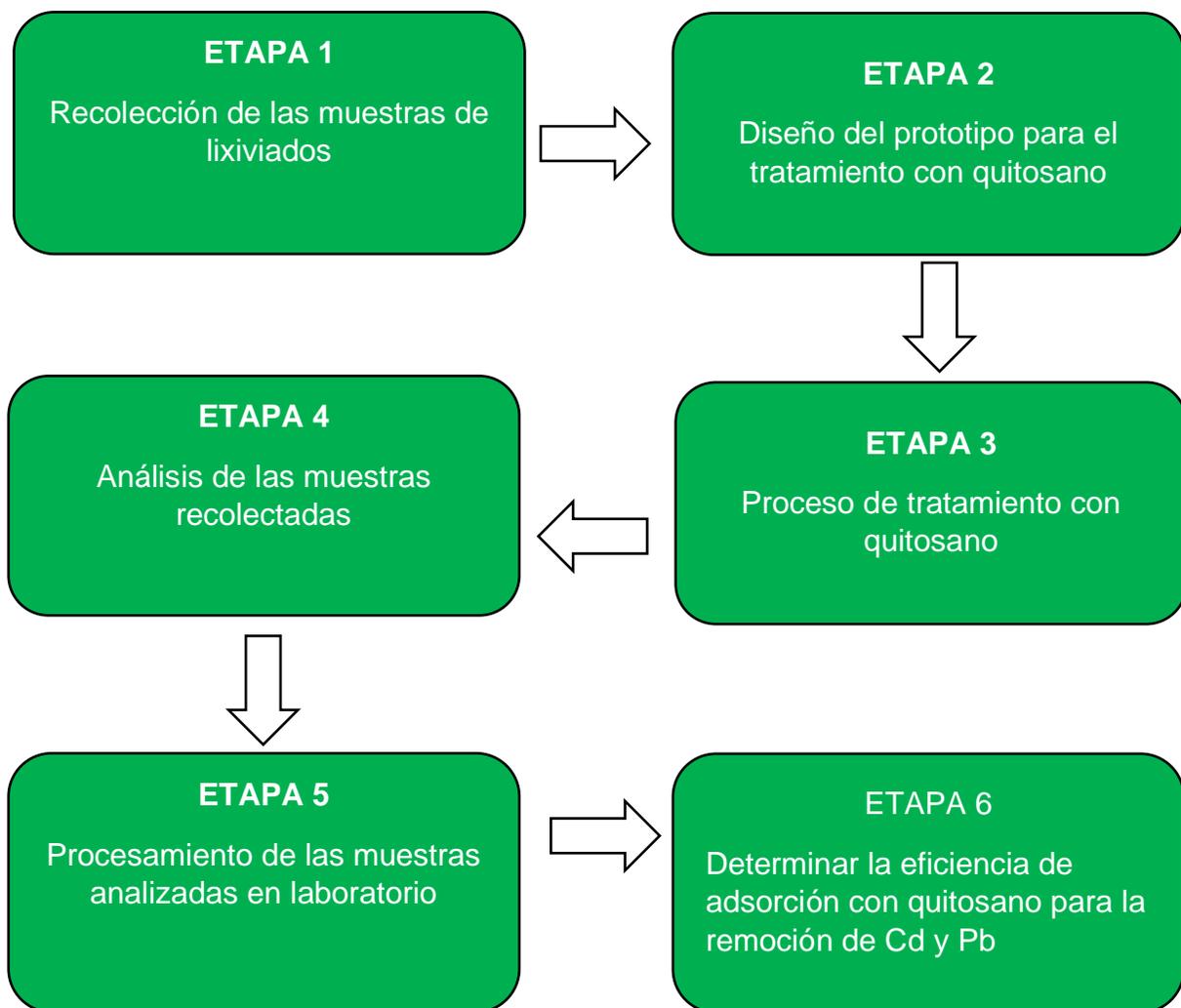


Figura 1: *Eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd o Pb en lixiviados del área degradada de Haqira, Cusco – 2023*

Etapas 1. Recolección de las muestras de lixiviado

En esta etapa, se realizó la toma de muestras de lixiviados del botadero de Haqira, teniendo en cuenta los permisos necesarios y protocolos para su adecuada disposición.



Figura 2. *Toma de muestras*

Interpretación: En la figura 2 se observa las imágenes a, b, que presentan el uso adecuado los equipos de protección personal (mascarilla, guantes y bata)



Figura 3. *Conservación de las muestras*

Interpretación: En la figura 3 se observa las imágenes a, b, que presentan la recolección adecuada de las muestras para su correcto traslado.

Etapa 2. Diseño del prototipo para el tratamiento con quitosano

En esta etapa se realizó el diseño del prototipo para determinar las etapas a seguir para conseguir los datos de las muestras analizadas.

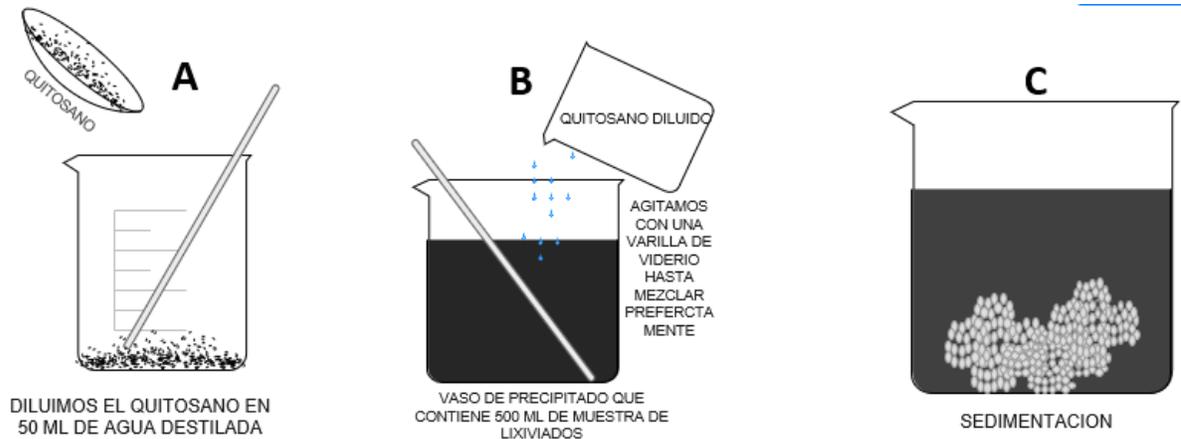


Figura 4: *Diseño de Prototipo*

Etapa 3. Proceso de tratamiento con quitosano

En este proceso, primeramente, pesamos en la balanza analítica 3, 6, 9 y 12g de quitosano que corresponde a la dosis de cada repetición.

Dilución de quitosano en 50 mL de agua destilada y agitamos con una varilla de vidrio para una efectiva disolución. Este proceso se realizó para cada repetición de las 4 muestras generales

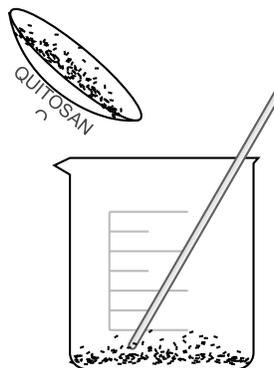


Figura 5: *Disolución con quitosano*

Seguido agregamos el quitosano diluido a la muestra de lixiviados (500 mL) que se encuentra en un vaso de precipitado y lo agitamos con una varilla de vidrio para una correcta homogenización.

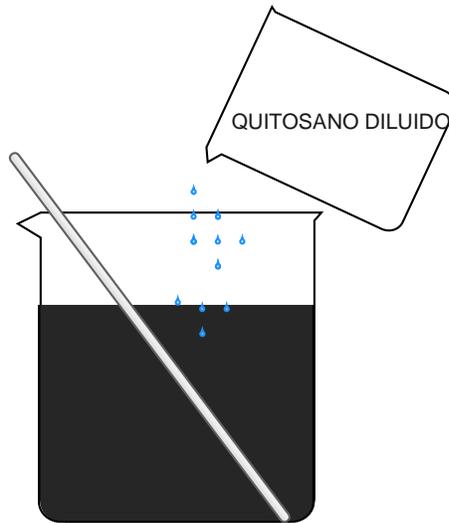


Figura 6: *Mezcla de lixiviados con quitosano diluido*

Finalmente, durante el tiempo de tratamiento establecido mantendremos la muestra en constante agitación para mejores resultados.

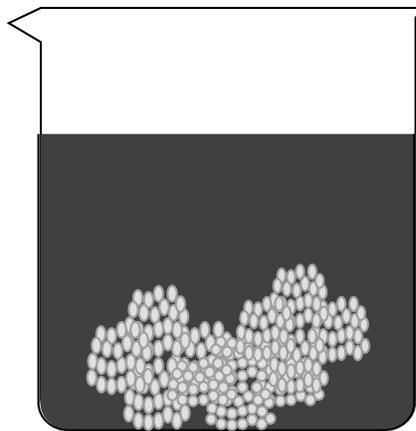


Figura 7: *Sedimentación de quitosano*

Etapas 4. Análisis de las muestras recolectadas

Las muestras recolectadas, serán analizadas mediante multiparámetro y

espectrofotometría UV visible, lo que nos permitirá determinar los parámetros físico-químicos, el porcentaje inicial y final de las muestras recolectadas de lixiviados. Teniendo ya determinados los porcentajes de los metales analizados, precedemos a pasarlos por el tratamiento con quitosano y así determinaremos el porcentaje de adsorción.

Etapa 5. Procesamiento de las muestras analizadas en laboratorio

En esta etapa, se procesará los datos obtenidos de laboratorio mediante Excel y Spss26, antes y después del tratamiento con quitosano.

Etapa 6. Determinar la eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd y Pb

En esta etapa, después de haber realizado el tratamiento con quitosano para la eliminación de Cadmio y Plomo determinamos lo eficiente que es el quitosano y lo realizaremos mediante la siguiente formula.

$$\frac{C_{final} - C_{inicial}}{C_{inicial}} \times 100$$

3.6. Método de análisis de datos

La información recolectada será analizada empleando diferentes softwares como el programa estadístico Microsoft Excel para obtener gráficos para comparar el desempeño de absorción con quitosano y SPSS versión 26 para responder a la hipótesis planteada en la investigación.

3.7. Aspectos éticos

La Universidad Cesar Vallejo se compromete a llevar a cabo investigaciones universitarias de acuerdo con los estándares establecidos de rigor científico, integridad y responsabilidad, tanto en términos éticos como políticos.

Cada sección que contiene el trabajo respeta los derechos de autor, explicaciones y citas utilizando las pautas ISO 690. Además, la presente investigación está sujeta a la Resolución Universitaria 01262021/UCV, que también aplica a la normativa de investigaciones y estudios de la Universidad Cesar Vallejo, confirmándose la originalidad y claridad de la investigación a través del sitio web de Turnittin.

IV. RESULTADOS

- **Muestra general**

Para la toma de parámetros físico-químicos de la muestra inicial se utilizó el multiparámetro, esto nos brindara los resultados de la muestra inicial. Mientras tanto para la determinación de metales pesados en los lixiviados, lo realizamos mediante espectrofotometría UV visible.



Figura 8: Toma de muestra general

Interpretación: Se contempla la toma de parámetros físico-químicos de la muestra inicial y asimismo se presenta los resultados obtenidos.

Tabla 2. Resultado de muestra inicial

RESULTADOS MUESTRA INICIAL							
Parámetros físico-químicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb antes del tratamiento con quitosano							
N.º DE MUESTRAS	Turbidez	Temperatura	Oxígeno disuelto	pH	Conductividad eléctrica	Concentración inicial de Pb	Concentración inicial de Cd
M0	>1000 FNU	24,40°C	2.28 ppm	7,06	24,18 uS/cm	1,811 mg/L	2,183 mg/L

Interpretación: Resultados iniciales de los parámetros físico-químicos y de las concentraciones iniciales de Cd y Pb de la muestra general

- **Primeras repeticiones de cada muestra**



Figura 9: Vasos de precipitados con 500 mL de lixiviados

Interpretación: En primer lugar, se procede a medir 500 mL de lixiviados en vasos de precipitados, luego se rotula con codificación dependiendo la dosis y el tiempo.

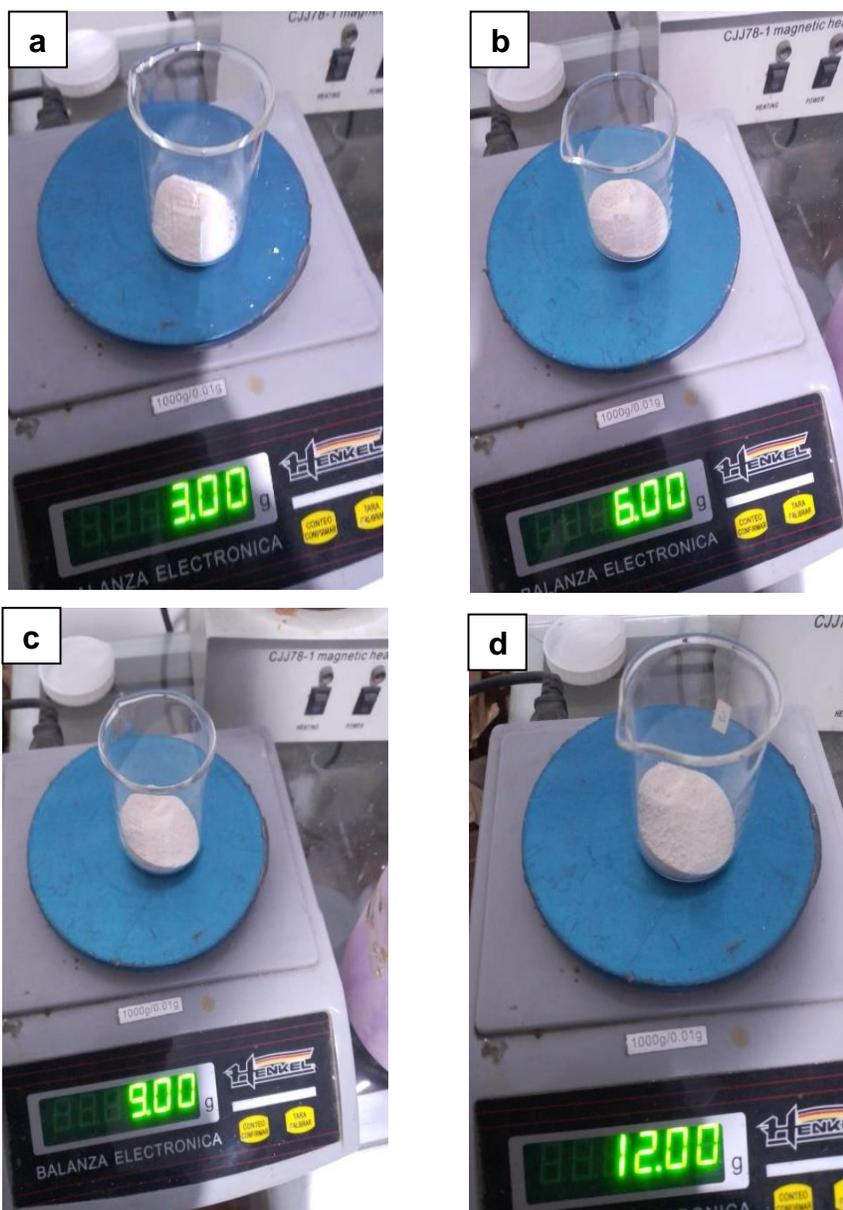


Figura 10: Pesado de quitosano

Interpretación: Se observa las imágenes a, b, c y d, que presentan el pesado de las dosis de 3, 6, 9 y 12 que se utilizaron respectivamente para cada muestra y repetición.

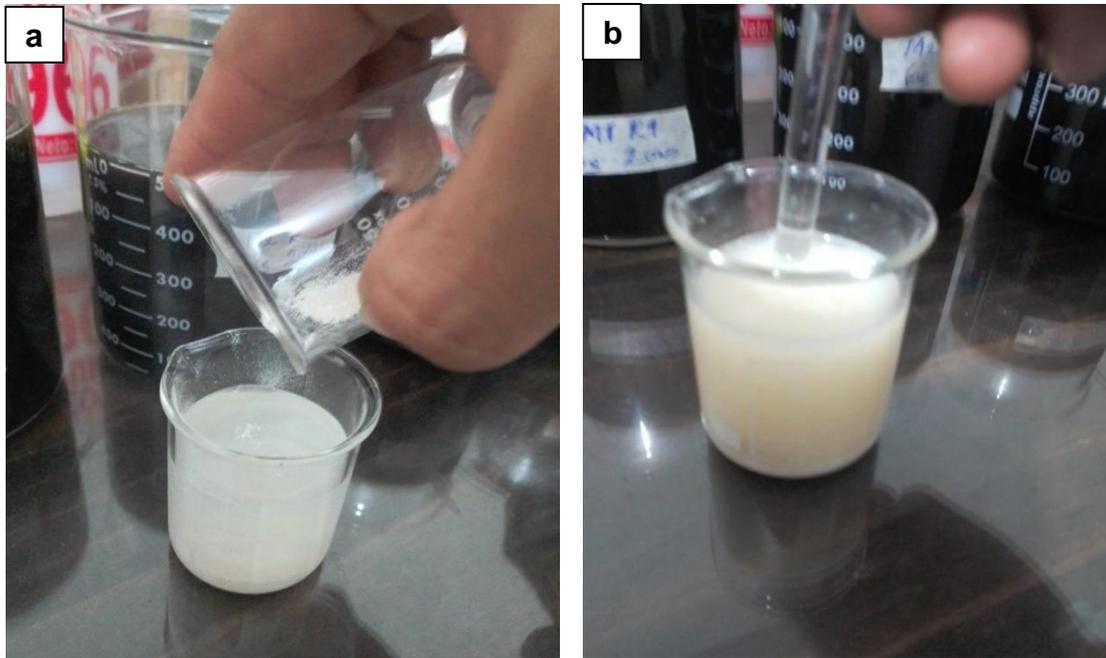


Figura 11: *Dilución de quitosano en agua destilada*

Interpretación: Se observa las imágenes a y b, que presentan la dilución de las diferentes dosis de quitosano en 50 mL de agua destilada.

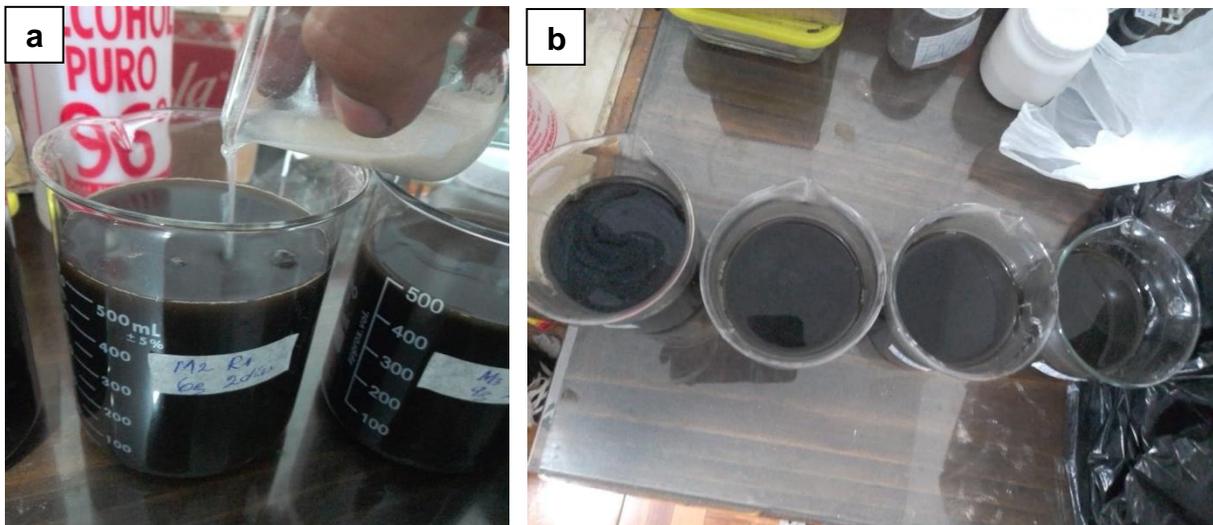


Figura 12: *Mezcla de la dilución de quitosano con las muestras de lixiviados*

Interpretación: Finalmente en la figura 12 se observa las imágenes a y b que presentan la mezcla de las dosis de quitosano diluidos a las muestras correspondientes. Después con una varilla de vidrio agitamos la mezcla para una correcta homogenización y dejar

reposar por 2 días para las primeras repeticiones, mientras que para las segundas repeticiones será por 4 días y para las ultimas repeticiones se lo dejará por 6 días

Tabla 3. *Resultados de las primeras repeticiones*

Tratamiento de las muestras con quitosano									
Código	Do sis	Tie mpo	Turbi dez (FNU)	Temper atura (°C)	Conducti vidad eléctrica (uS/cm)	Oxíg eno disuel to (ppm)	pH	Concentra ción final de Pb (mg/L)	Concentr ación final de Cd (mg/L)
M1- R1	3g	2 días	>100 0	23.60	16000	2.46	7. 13	0,9915	2,125
M2- R1	6g	2 días	>100 0	22.17	25890	2.34	7. 14	1,0065	2,0996
M3- R1	9g	2 días	>100 0	22.36	23930	2.35	7. 14	0,952	2,1532
M4- R1	12 g	2 días	>100 0	22.47	20130	2.38	7. 14	1,05825	2,181

Interpretación: Se presenta los resultados de las repeticiones N.º 1 con su dosis respectiva para cada muestra que se dejó por un tiempo de 2 días. Se observa, la adsorción para cada parámetro físico-químico.

Tabla 4. *Resultados de las segundas repeticiones*

Tratamiento de las muestras con quitosano									
Código	Do sis	Tie mpo	Turbi dez (FNU)	Temper atura (°C)	Conducti vidad eléctrica (uS/cm)	Oxíg eno disuel to (ppm)	pH	Concentra ción final de Pb (mg/L)	Concentr ación final de Cd (mg/L)

M1-	3g	4	>100	23.72	30709	2.46	7.	0,98275	1,9572
R2		días	0				13		
M2-	6g	4	>100	22.17	25890	2.34	7.	1,0065	2,0282
R2		días	0				14		
M3-	9g	4	>100	22.36	23930	2.34	7.	0,895	2,0922
R2		días	0				14		
M4-	12	4	>100	22.47	20130	2.38	7.	0,80375	2,0682
R2	g	días	0				14		

Interpretación: Se presenta los resultados de las repeticiones N° 2 con su dosis respectiva para cada muestra que se dejó por un tiempo de 4 días. Se observa, la adsorción para cada parámetro físico-químico.

Tabla 5. *Resultados de las ultimas repeticiones*

Tratamiento de las muestras con quitosano									
Cód	Do	Tie	Turbi	Temper	Conducti	Oxíg	pH	Concentra	Concentr
igo	sis	mpo	dez	atura	vidad	eno		ción final	ación
			(FNU	(°C)	eléctrica	disuel		de Pb	final de
)		(uS/cm)	to		(mg/L)	Cd
						(ppm)			(mg/L)
M1-	3g	6	305	23.72	30790	2.38	7.	0,79825	1,8312
R1		días					13		
M2-	6g	6	407	23.83	31020	2.38	7.	0,9755	1,7332
R1		días					08		
M3-	9g	6	278	23.71	30120	2.27	7.	0,83775	1,6334
R1		días					15		
M4-	12	6	287	23.37	28260	2.5	7.	0,75825	1,5174
R1	g	días					2		

Interpretación: Se presenta los resultados de las repeticiones N° 3 con su dosis respectiva para cada muestra que se dejó por un tiempo de 6 días. Se observa, la adsorción para cada parámetro fisicoquímico.

- **Determinación de la dosis óptima para la reducción de Pb y Cd**

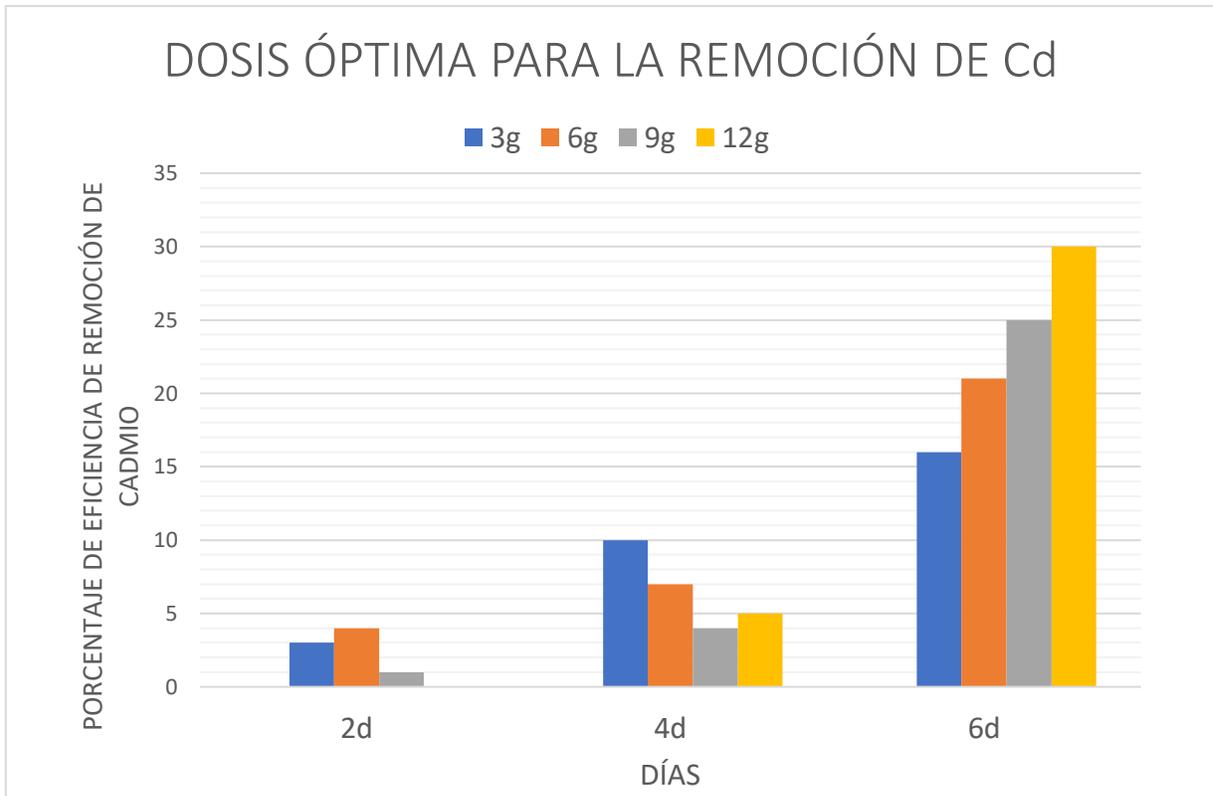


Figura 13: *Dosis óptima para la remoción de Cd*

Interpretación: Se observa los datos de la eficiencia de Cd, obtenidos en las mediciones a distintos días y diferentes dosis de quitosano, podemos contemplar que la dosis óptima de quitosano es de 12g en un tiempo de 6 días con la que se obtuvo una eficiencia de 30 % absorción de Cd.

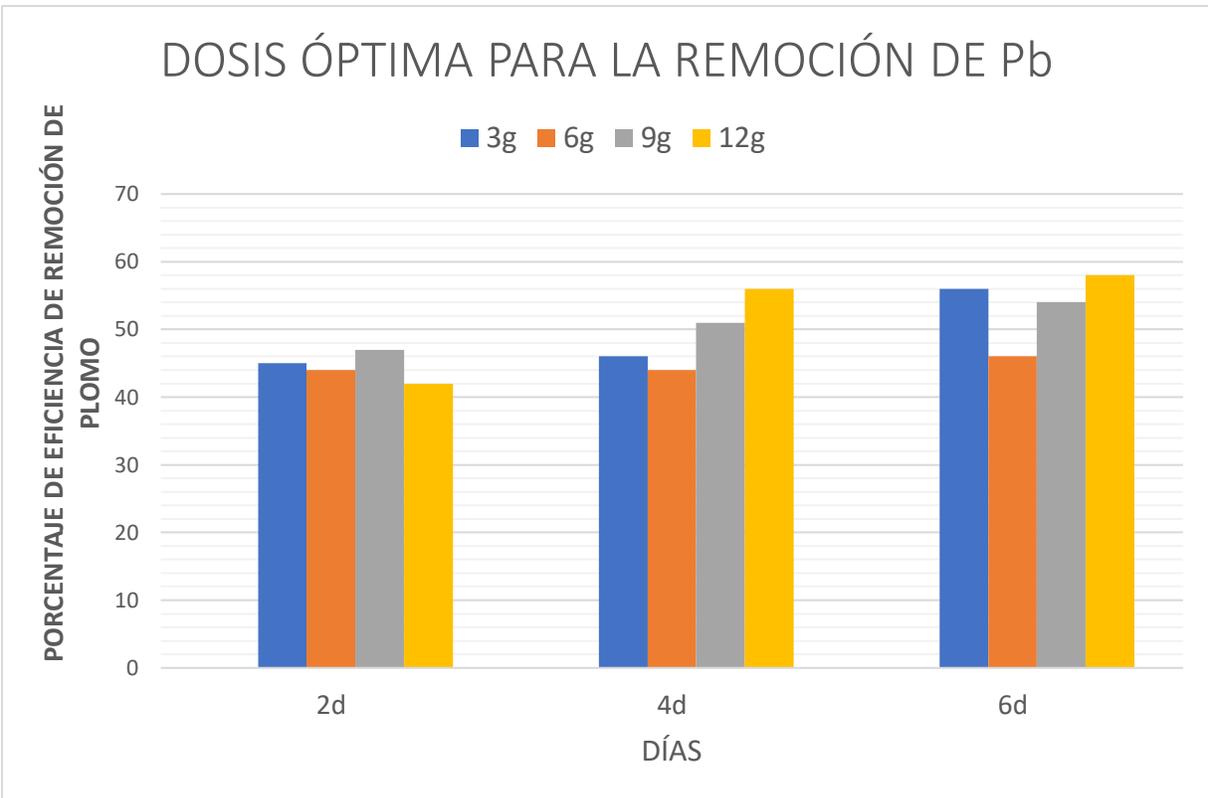


Figura 14: *Dosis óptima para la remoción de pb*

Interpretación: Se observa los datos de la eficiencia de Pb, los datos se obtuvieron durante las mediciones a distintas dosis de quitosano y diferentes tiempos(días), podemos notar que la dosis óptima de quitosano es de 12g en un tiempo de 6 días con la que se obtuvo una eficiencia de 58 % absorción de Pb.

- **Determinación de eficiencia**

Para determinar la eficiencia utilizamos la siguiente formula:

$$\frac{C_{final} - C_{inicial}}{C_{inicial}} \times 100$$

Tabla 6. Resultados de eficiencia para la reducción de Cd

Código	Concentración inicial de Cd (mg/L)	Concentración final de Cd (mg/L)	Porcentaje de eficiencia (%)
M0	2,183		
M1-R1	2,183	2,125	3%
M1-R2	2,183	1,9572	10%
M1-R3	2,183	1,8312	16%
M2-R1	2,183	2,0996	4%
M2-R2	2,183	2,0282	7%
M2-R3	2,183	1,7332	21%
M3-R1	2,183	2,1532	1%
M3-R2	2,183	2,0922	4%
M3-R3	2,183	1,6334	25%
M4-R1	2,183	2,181	0%
M4-R2	2,183	2,0682	5%
M4-R3	2,183	1,5174	30%

Interpretación: En la siguiente tabla se observan las concentraciones iniciales y finales de Cd y su porcentaje de eficiencia utilizando el tratamiento con quitosano respecto a dosis y tiempo

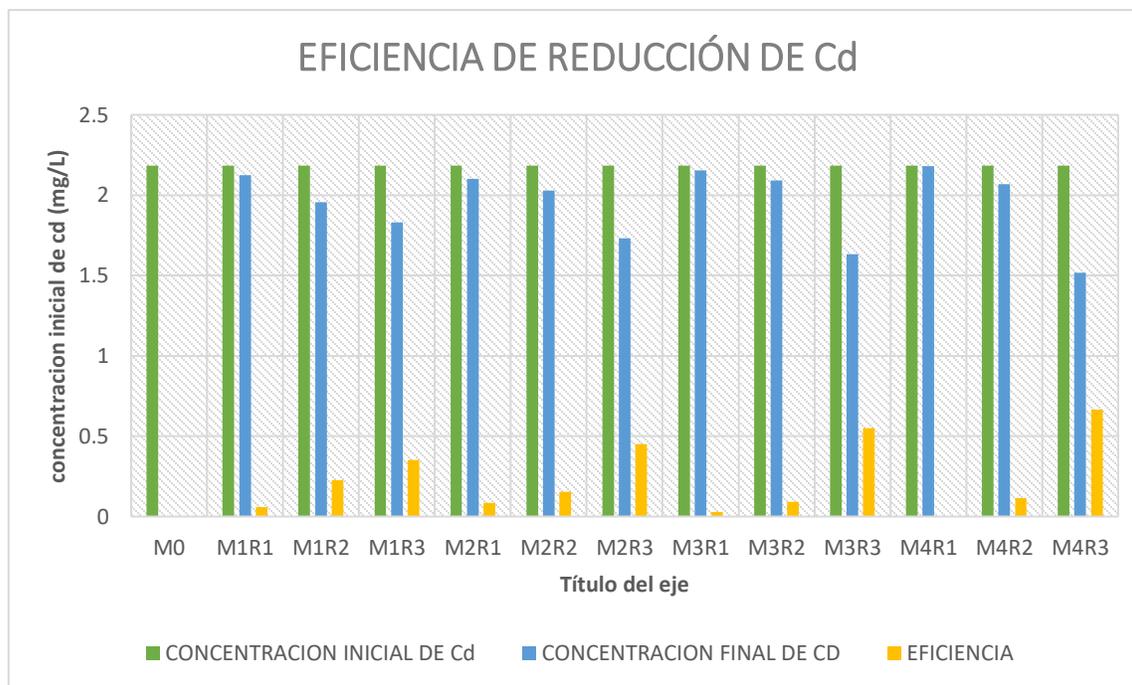


Figura 15: *Eficiencia de reducción de Cd*

Interpretación: Se observa los datos de la eficiencia de Cadmio, datos se obtuvieron durante las mediciones a distintas dosis de quitosano y diferentes tiempos(días), podemos notar que la mayor eficiencia de remoción es en la Muestra 4 repetición 3(M4R3) en la que se utilizó 12g durante 6 días con una agitación natural de 4 veces al día y se obtuvo una eficiencia de 30%. Así mismo, en el tratamiento M4R1 en la que se utilizó 6g durante 6 días con una agitación natural de 4 se obtuvo la menor eficiencia de 0%

Tabla 7. *Resultados de eficiencia para la reducción de Pb*

Código	Concentración inicial de Pb (mg/L)	Concentración final de Pb (mg/L)	Porcentaje de eficiencia
M0	1,8105		
M1-R1	1,8105	0,9915	45%
M1-R2	1,8105	0,98275	46%
M1-R3	1,8105	0,79825	56%

M2-R1	1,8105	1,0065	44%
M2-R2	1,8105	1,0065	44%
M2-R3	1,8105	0,9755	46%
M3-R1	1,8105	0,952	47%
M3-R2	1,8105	0,895	51%
M3-R3	1,8105	0,83775	54%
M4-R1	1,8105	1,05825	42%
M4-R2	1,8105	0,80375	56%
M4-R3	1,8105	0,75825	58%

Interpretación: En la siguiente tabla se observan las concentraciones iniciales y finales de Pb y su porcentaje de eficiencia utilizando el tratamiento con quitosano respecto a dosis y tiempo.

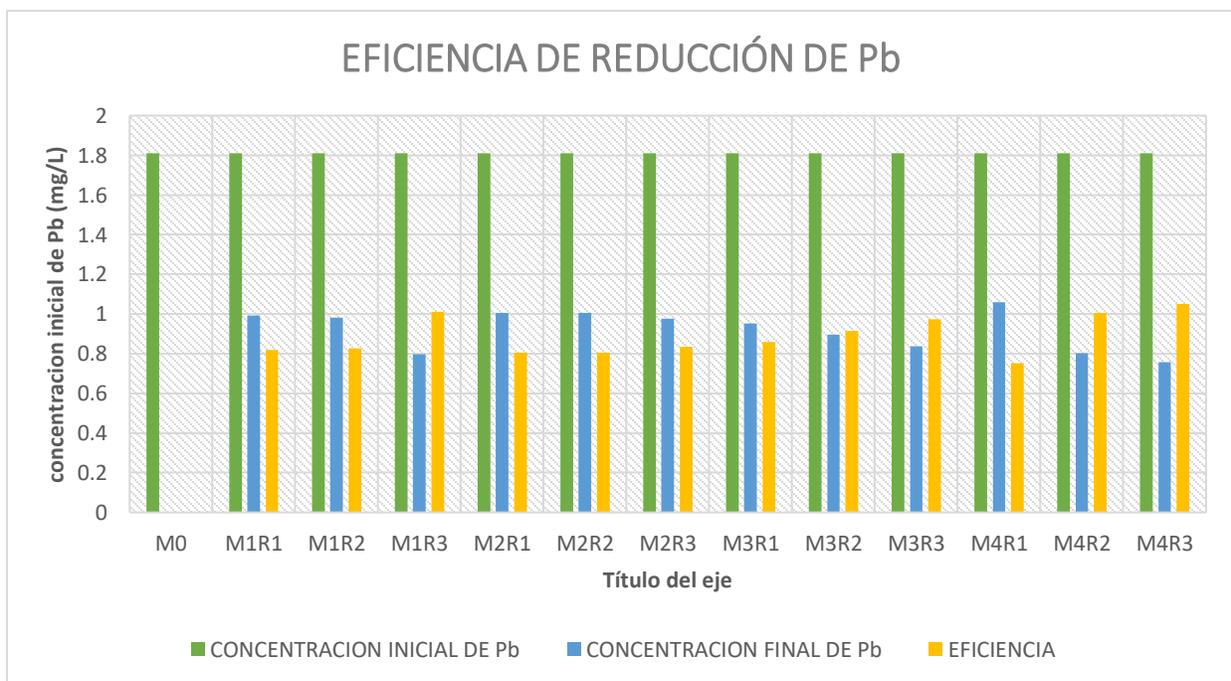


Figura 16: *Eficiencia de reducción de Pb*

Interpretación: Se aprecia los datos de la eficiencia de Plomo, los datos se obtuvieron durante las mediciones a distintas dosis de quitosano y diferentes tiempos(días), en cual podemos observar que la mayor eficiencia de remoción es en la Muestra 4

repetición 3(M4R3) en la que se utilizó 12g durante 6 días con una agitación natural de 4 veces al día y se obtuvo una eficiencia de 58%. Así mismo, en el tratamiento M4R1 en la que se utilizó 6g durante 6 días con una agitación natural de 4 se obtuvo la menor eficiencia de 42%.

- **Contrastación de hipótesis**

Se analizaron los datos usando pruebas de inferencia estadística. Para comprobar si se distribuyen normalmente.

Hipótesis específica 1

Ho: La dosis óptima para para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el quitosano en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023, tienen una distribución normal.

Ha: La dosis óptima para para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el quitosano en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023, no tienen una distribución normal.

Tabla 8: *Datos de hipótesis Específica 1*

Código	Dosis (g)
M1-R1	3
M1-R2	3
M1-R3	3
M2-R1	6
M2-R2	6
M2-R3	6
M3-R1	9
M3-R2	9
M3-R3	9
M4-R1	12
M4-R2	12

Tabla 9: resumen de procesamiento de casos HE1

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
dosis	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Tabla 10: Descriptivos HE1

		Estadístico	Error estándar
dosis	Media	7,50	1,011
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,27
		Límite superior	9,73
	Media recortada al 5%	7,50	
	Mediana	7,50	
	Varianza	12,273	
	Desviación estándar	3,503	
	Mínimo	3	
	Máximo	12	
	Rango	9	
	Rango intercuartil	8	
	Asimetría	,000	,637
	Curtosis	-1,428	1,232

Tabla 11: pruebas de normalidad HE1

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
dosis	,166	12	,200*	,876	12	,078

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Regla de decisión

Si $p > 0.05$, se aprueba la H_0 y se aparta la H_a

Si $p < 0.05$, se aparta la H_0 y se aprueba la H_a

Resultado

De los datos obtenidos para dosis (0.078) determinamos que es mayor a 0.05, dado que aprobamos H_0 y apartamos la H_a . La dosis óptima para para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el quitosano en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023, tienen una distribución normal.

Hipótesis específica 2

Ho: Las características del tratamiento para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el quitosano, en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023, tienen una distribución normal.

Ha: Las características del tratamiento para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el quitosano, en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023, no tienen una distribución normal.

Tabla 12: *Datos de hipótesis Específica 2*

Código	Dosis (g)	Días
M1-R1	3	2
M1-R2	3	4
M1-R3	3	6
M2-R1	6	2
M2-R2	6	4
M2-R3	6	6
M3-R1	9	2
M3-R2	9	4
M3-R3	9	6
M4-R1	12	2
M4-R2	12	4

Tabla 13: Resumen de procesamiento de casos HE2

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
dosis	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Días	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Tabla 14: Descriptivos HE2

		Estadístico	Error estándar	
dosis	Media	7,50	1,011	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,27	
		Límite superior	9,73	
	Media recortada al 5%	7,50		
	Mediana	7,50		
	Varianza	12,273		
	Desviación estándar	3,503		
	Mínimo	3		
	Máximo	12		
	Rango	9		
	Rango intercuartil	8		
	Asimetría	,000	,637	
	Curtosis	-1,428	1,232	
Días	Media	4,00	,492	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,92	
		Límite superior	5,08	
	Media recortada al 5%	4,00		
	Mediana	4,00		
	Varianza	2,909		
	Desviación estándar	1,706		
	Mínimo	2		

Máximo	6	
Rango	4	
Rango intercuartil	4	
Asimetría	,000	,637
Curtosis	-1,650	1,232

Tabla 15: Pruebas de normalidad HE2

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
dosis	,166	12	,200*	,876	12	,078
Días	,213	12	,139	,811	12	,012

Regla de decisión

Si $p > 0.05$, se aprueba la H_0 y se aparta la H_a

Si $p < 0.05$, se aparta la H_0 y se aprueba la H_a

Resultado

De los datos obtenidos dosis (0.078) y para días (0.012) determinamos que es el valor de días es menor que 0.05, dado que apartamos la H_0 y aprobamos la H_a . Las características del tratamiento para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el quitosano, en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023, no tienen una distribución normal.

Hipótesis específica 3

H_0 : La eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023, tienen una distribución normal.

H_a : La eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023, no tienen una distribución normal.

Tabla 16: Datos de hipótesis Específica 3

Código	Concentración Final de Cd (mg/L)	Concentración Final de Pb (mg/L)
M1-R1	2,125	0,9915
M1-R2	1,9572	0,98275
M1-R3	1,8312	0,79825
M2-R1	2,0996	1,0065
M2-R2	2,0282	1,0065
M2-R3	1,7332	0,9755
M3-R1	2,1532	0,952
M3-R2	2,0922	0,895
M3-R3	1,6334	0,83775
M4-R1	2,181	1,05825
M4-R2	2,0682	0,80375
M4-R3	1,5174	0,75825

Tabla 17: *Resumen de procesamiento de casos HE3*

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia de remoción de Plomo	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Eficiencia de remoción de Cadmio	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Tabla 18: *Descriptivos HE3*

		Estadístico	Error estándar
Eficiencia de remoción de Plomo	Media	49,08	1,616
	Límite inferior	45,53	

	95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	52,64	
	Media recortada al 5%		48,98	
	Mediana		46,50	
	Varianza		31,356	
	Desviación estándar		5,600	
	Mínimo		42	
	Máximo		58	
	Rango		16	
	Rango intercuartil		11	
	Asimetría		,461	,637
	Curtosis		-1,497	1,232
Eficiencia de remoción de Cadmio	Media		10,50	2,906
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,10	
		Límite superior	16,90	
	Media recortada al 5%		10,00	
	Mediana		6,00	
	Varianza		101,364	
	Desviación estándar		10,068	
	Mínimo		0	
	Máximo		30	
	Rango		30	
	Rango intercuartil		17	
	Asimetría		,918	,637
	Curtosis		-,506	1,232

Tabla 19: Pruebas de normalidad HE3

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig
Eficiencia de remoción de Plomo	,228	12	,084	,887	12	,106
Eficiencia de remoción de Cadmio	,219	12	,116	,870	12	,066

Regla de decisión

Si $p > 0.05$, se aprueba la H_0 y se aparta la H_a

Si $p < 0.05$, se aparta la H_0 y se aprueba la H_a

Resultado

De los datos obtenidos para la eficiencia de remoción de Cadmio y Plomo son mayores que 0.05, dado que aprobamos H_0 y apartamos la H_a . La eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco – 2023, tienen una distribución normal.

Hipótesis general

H_0 : Es posible la adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco - 2023

H_a : No Es posible la adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco - 2023

Para el contraste de la hipótesis utilizamos la prueba de homogeneidad de varianzas

Tabla 20: Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Eficiencia de remoción de Plomo	Se basa en la media	4,471	3	8	,040
	Se basa en la mediana	,505	3	8	,690
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,505	3	4,121	,699
	Se basa con la mediana recortada	3,819	3	8	,058
Eficiencia de remoción de Cadmio	Se basa en la media	1,775	3	8	,230
	Se basa en la mediana	,203	3	8	,892
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,203	3	5,509	,891
	Se basa con la mediana recortada	1,533	3	8	,279

Tabla 21: Prueba de Anova

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Eficiencia de remoción de Plomo	Entre grupos	91,583	3	30,528	,964	,455
	Dentro de grupos	253,333	8	31,667		
	Total	344,917	11			
Eficiencia de remoción de Cadmio	Entre grupos	7,000	3	2,333	,017	,997
	Dentro de grupos	1108,000	8	138,500		
	Total	1115,000	11			

Interpretación

Ho: Existe eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira

Ha: No existe eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira

Regla de decisión

Si $p > 0.05$, se aprueba la Ho y se aparta la Ha

Si $p < 0.05$, se aparta la Ho y se aprueba la Ha

Resultado

Observamos que los datos obtenidos son mayores que 0,05, dado que aprobamos la hipótesis nula y apartamos la hipótesis alternativa.

En conclusión, el tratamiento con quitosano fue efectivo en la adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira.

V. DISCUSIÓN

En relación con el objetivo general de esta investigación es determinar la eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haquira, Cusco - 2023. Los resultados señalan que la eficiencia de adsorción con quitosano tuvo un impacto en algunas características fisicoquímicas del lixiviado, incluyendo la concentración de cadmio y plomo. Sin embargo, la eficiencia de eliminación de Cd y Pb fue relativamente baja en comparación con algunos estudios anteriores.

En comparación con los antecedentes, los resultados de esta investigación coinciden con los descubrimientos de Berrocal (2019) en su investigación sobre la eliminación de iones de plomo del agua del río Chillón de Lima utilizando quitosano derivado de camarón, donde se observa una reducción de plomo. No obstante, en nuestra investigación obtuvimos con 3g una remoción de 45% Pb y con 12g una remoción 58 % Pb y en la de Berrocal (2019), se utilizó 1g y se alcanzó una remoción del 50,97% de Pb. Sin embargo, los hallazgos obtenidos en nuestra investigación para eliminación de Plomo y Cadmio fue 58% y 30% respectivamente en un proceso de adsorción natural, lo que no concuerda con Palacios (2018), que empleo dos procesos una el Fenol luego una cantidad de 1g para 100mL, a una agitación 100 rpm constante obteniéndose una remoción de Plomo 9%, Cadmio 60% en lixiviados. Viendo la eficiencia de Berrocal (2019) y Palacios (2018), trabajaron con diferentes cantidades, utilizaron diferentes métodos, pero llegaron a la misma conclusión de adsorber los metales pesados al igual que en esta investigación.

Por otro lado, la investigación desarrollada por Gutiérrez (2022) que igualmente empleó quitosano, tuvo el propósito de remoción de metales pesados del río Moche. En su estudio, probó tres niveles de concentración y tres intervalos de tiempo, logrando una eliminación de más del 90% para el cadmio y el plomo con una dosis de tratamiento de 10 gramos y una duración de 90 minutos, con una agitación de 150 revoluciones por minuto(rpm). Mientras Chacaltana (2017), utilizó otro compuesto diferente al quitosano, siendo la borra de café y realizó el pre tratamiento con NaOH

0.1 N. para preparar un material adsorbente para remover cadmio y plomo, obtuvieron una eficiencia de 96.54% y 94.05% respectivamente. Observando los resultados de Gutiérrez (2022) y Chacaltana (2017), determinamos que utilizando otros métodos tecnológicos, adsorbentes y reactivos se obtiene una mejor eficiencia, mientras nuestra investigación tuvo una eficiencia menor a las investigaciones mencionadas con la diferencia que nuestro método de tratamiento fue natural.

Con respecto al objetivos específicos, para la determinación de la dosis óptima de absorción Berrocal (2019) y Palacios (2018) en su investigación utilizaron diferentes cantidades y tiempos para la remoción de metales. Siendo de ambos su dosis óptima de 1g obteniendo una eficiencia para Berrocal (2019) de 50,97% de Pb y Palacios (2018) de 9% de Pb y 60% de Cd. Mientras en nuestra investigación la dosis óptima fue de 12g con la que obtuvimos una eficiencia de 58% de Pb y 30% de Cd. Cabe resaltar que los autores mencionados utilizaron tecnologías de agitación constante para obtener una mejor adsorción, en cambio el nuestro fue un proceso natural. En conclusión, estas investigaciones tuvieron un mismo objetivo que fue reducir los metales pesados del ecosistema.

Por otro lado, Chacaltana (2017) utilizó otro compuesto diferente al quitosano donde empleo 30g de borra de café tratada con NaOH 0.1 N. teniendo como eficiencia 96.54% de Cadmio y 94.05% de Plomo. Por lo tanto, así se utilicen otras sustancias de origen natural influye la dosis y las herramientas que se utilizan para obtener una eficiente absorción.

Con respecto a la determinación de las características del tratamiento con quitosano refieren al tiempo, cantidad y agitación, donde Palacios (2018) utilizó 1g en un tiempo de 15 minutos con una agitación 100 rpm teniendo como porcentaje de adsorción de 60% Cd y 9% Pb, mientras Gutiérrez (2022) utilizó 10g en un tiempo de 90 minutos con una agitación de 150 rpm y un porcentaje de adsorción de más de 90% para Cd y Pb. Es decir que en ambas investigaciones influye la agitación para obtener un alto porcentaje de adsorción de metales.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que la eficiencia de adsorción de Plomo y Cadmio de lixiviados del botadero de Haquira aplicando quitosano es efectiva, ya que se redujo un 58% de la cantidad inicial de Pb (1,8105 mg/L) y 30 % de la cantidad inicial de Cd (2,183 mg/L).

Para determinar la dosis óptima de adsorción se realizaron 12 tratamientos con 500 mL de muestra con una variación de tiempo y dosis de quitosano, teniendo la mayor adsorción con 12g que redujo el Cadmio de 2,183mg/L a 1,5174mg/L y el Plomo de 1.8105 mg/L a 0,75825mg/L, en un tiempo de 6 días.

Así mismo, las características del tratamiento como: dosis (3, 6, 9 y 12g), tiempo (2, 4 y 6días) y agitación manual influyen directamente en el proceso de adsorción de Cd y Pb con quitosano, Ayudando a obtener una eficiencia de 58%Pb y 30%Cd.

El quitosano ayudó en la reducción de algunos parámetros fisicoquímicos como la turbidez de >1000 a 287 FNU con 12g en un tiempo de 6 días, el pH se mantuvo en un rango 7.

VII. RECOMENDACIONES

Para obtener una mayor eficiencia de absorción, modificar el tiempo de exposición del quitosano, además, realizar más cantidades de muestreos con distintas dosis.

De acuerdo a las características del tratamiento utilizar la tecnología de agitación constante, como la “prueba de jarras” para mejores resultados.

Dado que la eficacia de absorción no fue alta en equiparación con algunos estudios, sería prudente indagar alternativas o métodos de tratamiento con quitosano. También podría ser el uso de otras sustancias o combinaciones complementarios para aumentar la eficiencia.

Tomando en cuenta las recomendaciones antes mencionadas desarrollar y replicar este tipo de investigación, ya que, es amigable con el medio ambiente y es una opción para solucionar los problemas de contaminación del agua, especialmente la contaminación por metales pesados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, Shakeel; IKRAM, Saiqa (ed.). *Chitosan: derivatives, composites and applications*. John Wiley & Sons, 2017.

ALGAMDI, Mohammad; ALSHAHRANI, Ahmed; ALSUHYBANI, Mohamed. Nanopartículas magnéticas funcionalizadas tetracarboxílicas injertadas con quitosano para la eliminación de Pb (II) de un medio acuoso. *Revista internacional de macromoléculas biológicas*, 2023, vol. 225, pág. 1517-1528, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.11.208>.

AMIN, Kazi Faiza; GULSHAN, Fahmida; FNU, Asrafuzzaman; DAS, Harinarayan; RASHID, Rimi; HOQUE, Sheikh Manjura. Synthesis of mesoporous silica and chitosan-coated magnetite nanoparticles for heavy metal adsorption from wastewater. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 2023, vol. 20, p. 100801. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2023.100801>.

ASTO HUAMANI, Edison; CHAHUASONCCO CURI, Stefany Dayana. Coagulantes naturales para el tratamiento de aguas residuales con metales pesados a nivel mundial: Una revisión sistemática los últimos 5 años. 2022.

BAZÁN GALARRETA, Tania Patricia; ROJAS SÁNCHEZ, Deisy. Remoción de metales pesados con juncus arcticus y urtica dioica en un relave minero, Distrito Huamachuco-La Libertad. 2018.

CABEZAS, Edison; ANDRADE, Diego; TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, 2018, vol. 138.

CAMPO VERA, Yesenia; DELGADO, Mónica Alexandra; ROA, Yuly; MORA, Gustavo; ORTIZ, Javier Carreño. Evaluación preliminar del efecto del quitosano y

casaca de naranja en la coagulación-floculación de aguas residuales. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 2018, vol. 21, no 2, p. 565-572.

CARVAJAL-FLÓREZ, Elizabeth; CARDONA-GALLO, Santiago-Alonso. Technologies applicable to the removal of heavy metals from landfill leachate. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019, vol. 26, p. 15725-15753. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-019-04888-7>

CHACALTANA TORRES, Gianluigi Raul. Uso de borra de café como bioadsorbente para la remoción de cadmio y plomo disuelto en el agua del río Añasmayo sector la perla-Huaral, 2018. 2018.

CHEN, Yingbi; TANG, Jiali; WANG, Shixing; ZHANG, Libo. Ninhydrin-functionalized chitosan for selective removal of Pb (II) ions: Characterization and adsorption performance. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2021, vol. 177, p. 29-39. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.02.110>.

DIMA, Jimena Bernadette; ZARITZKY, Noemi Elisabet. Quitosano obtenido de desechos de la industria pesquera y su aplicación como adsorbente de metales pesados. 2019.

EL MRABET, Imane; NAWDALI, Mostafa; RAFQAH, Salah; VALDÉS, Héctor; BENZINA, Mourad & ZAITAN, Hicham. Biomasa de bajo coste para el tratamiento de lixiviados de vertederos de la ciudad de Fez: aplicación de un proceso combinado de coagulación-adsorción. *Revista Euromediterránea de Integración Ambiental*, 2020, vol. 5, nº 3, pág. 63.

ELANCHEZHIAN, S. SD; KARTHIKEYAN, Perumal; RATHINAM, Karthik; HASMATH FARZANA M.; PARK, Chang Min. Magnetic kaolinite immobilized chitosan beads for the removal of Pb (II) and Cd (II) ions from an aqueous environment. *Carbohydrate Polymers*, 2021, vol. 261, p. 117892.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.117892>.

FREIRE, C. Eudaldo Enrique Espinoza. El problema de investigación. *Revista Conrado*, 2018, vol. 14, no 64, p. 22-32.

MOTA FERREIRA, Daniela Cristine; DOS SANTOS, Thaís Cristina; DOS REIS, Coimbra & DE OLIVEIRA, Eduardo. Los complejos de polielectrolitos (PEC) de quitosano/carboximetilcelulosa son un material eficaz para la adsorción de colorantes y metales pesados del agua. *Polímeros de carbohidratos*, 2023, vol. 315, pág. 120977. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.120977>.

GONZALES SULLCARAY, Evelin; SILVA SILUPU, Diana Elizabeth. Tipos de biosorbente de metales pesados de lixiviados en un vertedero: Revisión sistemática. 2021.

GUTIERREZ, Laura. Remoción de metales pesados del punto RMoch6 del río Moche mediante biopolímero quitosano comercial. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 2022, vol. 18, no 1, p. 205-214.

HAMID, Yasir; LIU, Lei; HARIS, Muhammad; USMAN, Muhammad; LIN, Qiang; CHEN, Yonglong; RASHID, Muhammad Saqib; ULHASSAN, Zaid; HUSSAIN, M. Iftikhar & YANG, Xiaoe. Novel thiol-grafted composite of chitosan and rice straw biochar (TH@ CT-BC): A two-step fabrication for highly selective adsorption of cadmium from contaminated water. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2023, p. 110527. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110527>.

HUANG, Zhen; XIONG, Chao; YING, Lingri; WANG, Weilong, WANG, Shixing; DING, Jing; LU, Jianfeng. Síntesis sencilla de un compuesto de quitosano CoAl-LDH@ magnético derivado de MOF para la adsorción de Pb (II) y Cr (VI). *Revista de ingeniería química*, 2022, vol. 449, pág. 137722. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.137722>.

JUAN, G. UNC. 2018. Recuperado el 12 de marzo de 2021, de UNC: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2238>

KARMAKAR, Mrinmoy; MONDAL, Himarati; GHOSH, Tanmoy; CHATTOPADHYAY, Pijush Kanti; MAITI, Dilip K. & SINGHA, Nayan Ranjan. Chitosan-grafted tetrapolymer using two monomers: pH-responsive high-performance removals of Cu (II), Cd (II), Pb (II), dichromate, and biphosphate and analyses of adsorbed microstructures. *Environmental research*, 2019, vol. 179, p. 108839. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108839>.

KAVISRI, M.; ABRAHAM, S.; NAMASIVAYAM, Raja; ARAVINDKUMAR, J.; BALAJI, D.; SATHISHKUMAR, Ramamoorthy; SIGAMANI, Sivaraj; SRINIVASAN, Ramachandran; MOOVENDHAN, Meivelu. Adsorption isotherm, kinetics and response surface methodology optimization of cadmium (Cd) removal from aqueous solution by chitosan biopolymers from cephalopod waste. *Journal of Environmental Management*, 2023, vol. 335, p. 117484. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117484>.

KOTHAVALA, V. P.; SHARMA, A.; DHAVALA, R.P.; CHAVAN, V.D.; SHINGTE, S.R.; SELYSHCHEV, O.; DONGALE, T.D.; PARK, H.H.; ZAHN, D.R.T.; SALVAN, G. & PATIL, P.B. Carboxyl and thiol-functionalized magnetic nanoadsorbents for efficient and simultaneous removal of Pb (II), Cd (II), and Ni (II) heavy metal ions from aqueous solutions: Studies of adsorption, kinetics, and isotherms. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 2023, vol. 172, p. 111089. <https://doi.org/10.1016/j.jpics.2022.111089>.

LI, Hongxia; JI, Hongbing; CUI, Xinglan; CHE, Xiaokui; ZHANG, Qidong; ZHONG, Juan; JINRongzhen, WANG, Lei; LUO, Yi. Kinetics, thermodynamics, and equilibrium of As (III), Cd (II), Cu (II) and Pb (II) adsorption using porous chitosan bead-supported MnFe₂O₄ nanoparticles. *International Journal of Mining Science and Technology*, 2021, vol. 31, no 6, p. 1107-1115.

<https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2021.10.004>.

LICARES EGUAVIL, Jhony. Capacidad de bioadsorción de la cáscara de tuna (*Opuntia ficus-indica*) para remover los iones de plomo (II) de una solución acuosa. 2019.

MA, Yu; YOU, Dongyu; FANG, Yu; LUO, Jiang; PAN, Qinhe; LIU, Yunling; WANG, Fei; YANG, Weiting. Confined growth of MOF in chitosan matrix for removal of trace Pb (II) from reclaimed water. *Separation and Purification Technology*, 2022, vol. 294, p. 121223. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2022.121223>.

MADERA-PARRA, Carlos A.; PEÑA-SALAMANCA, Enrique J.; SOLARTE-SOTO, Juliana A. Efecto de la concentración de metales pesados en la respuesta fisiológica y capacidad de acumulación de metales de tres especies vegetales tropicales empleadas en la fitorremediación de lixiviados provenientes de rellenos sanitarios. *Ingeniería y competitividad*, 2014, vol. 16, no 2, p. 179-188.

MENAZEA, Abdelrhman A; EZZAT, Hend A.; OMARA, Wessam; BASYOUNI, Osama H.; IBRAHIM Samah A.; MOHAMED, Aya A.; TAWFIK, walid & IBRAHIM, Medhat A. Chitosan/graphene oxide composite as an effective removal of Ni, Cu, As, Cd and Pb from wastewater. *Computational and Theoretical Chemistry*, 2020, vol. 1189, p. 112980. <https://doi.org/10.1016/j.comptc.2020.112980>.

MUEDAS TAIPE, Golfer; ALMANDOZ LANDA, Andrea Leticia; SANTILLÁN ESPINOZA, Fátima Amanda. Preparación y caracterización de biosorbentes basados en compósitos de MWCNT-Magnetita-Hidroxiapatita y su potencial aplicación en la remoción de metales pesados. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 2019, vol. 85, no 4, p. 463-475.

NAJARRO SOTO, Ronald. Proceso de adsorción natural con quitosano para la

remoción de cromo hexavalente en aguas residuales de curtiembre del segundo tramo del río Huaycoloro, Lima-2021. 2021.

OCAMPO BARRERO, María Fanny. *Estudio de remoción de mercurio de aguas residuales provenientes de un relleno sanitario*. 2012. Tesis Doctoral.

ORDÓÑEZ OCHOA, Alejandra Esthefania. Determinación de la capacidad adsorbente de los residuos de la industria de la papa (*Solanum tuberosum*) para remoción de metales pesados en aguas contaminadas. 2017. Tesis de Licenciatura.

PALACIOS VARGAS, Willian Paul. Evaluación de la efectividad del quitosano como removedor de metales pesados en los lixiviados del relleno sanitario del canton mejía, pichincha, ecuador. 2018.

PATEL, Prabhat Kumar; PANDEY, Lalit Mohan; UPPALURI, Ramagopal VS. Eficacia basada en la desorción cíclica de las resinas variantes de alcohol polivinílico y quitosano para la eliminación de múltiples metales pesados. *Revista internacional de macromoléculas biológicas*, 2023, vol. 242, pág. 124812. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124812>.

RENOU, S.; GIVAUDAN, J.G.; POULAIN, S.; DIRASSOUYAN F. & MOULIN, P. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. *Journal of hazardous materials*, 2008, vol. 150, no 3, p. 468-493.

SAFITRI, Ratu; SETYANA, Yovina; MIRANTI, Mia; ROSSIANA, NIA; INDRAWATI, Ida; REJEKI, Sri; NURHAYATI, Jetti. Biodegradation of leachate by consortium of microorganism indigenous. *Scientific Papers*, 2019, p. 85. Obtenido de https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Scientific%20Papers%20Series%20D

SAHEED, Ismaila Olalekan; YUSOF, Enis Nadia Md; OH, Wen Da; HANAFIAH, Megaf Ahmad Kamal Megat & SUAHA, Faiz Bukhari Mohd. Fabricación de

compuestos de carbón activado quitosan@ en EmimAc para adsorción de Cd (II) a partir de solución acuosa: Experimental, optimización y estudio DFT. *Revista internacional de macromoléculas biológicas*, 2023, vol. 242, pág. 124798. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124798>.

SALGADO–DELGADO, René; VARGAS–GALARZA, Zully; CARTEÑO–POPOCA, Lilia A.; RUBIO–ROSAS, Efraín. RECUBRIMIENTO DE TELA DE ALGODÓN CON QUITOSANO Y SU UTILIZACIÓN EN LA ELIMINACIÓN DE Cu 2 EN SISTEMAS ACUOSOS. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 2012, vol. 13, p. 5.

SÁNCHEZ-DUARTE, Reyna Guadalupe; MARTÍNEZ-MACÍAS, María del Rosario; CORREA-MURRIETA, MA. Araceli; SALDÍVAR-CABRALES, Jorge; SÁNCHEZ-MACHADO, Dalia Isabel; LÓPEZ-CERVANTES, Jaime. Síntesis de hidrogeles de quitosano a partir de cáscara de camarón para ensayos de adsorción de cobre. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 2017, vol. 33, p. 93-98.

SANGA FLORES, Javier. Biosorción de plomo por biomasa inactiva de bacterias aisladas en sedimentos de lixiviados del botadero de Haquira-Cusco. 2016.

SHAHBAZI, Afsaneh; MARNANI, Niloufar Nekouei; SALAHSHOOR, Zeinab. Synergistic and antagonistic effects in simultaneous adsorption of Pb (II) and Cd (II) from aqueous solutions onto chitosan functionalized EDTA-silane/mGO. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2019, vol. 22, p. 101398. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101398>.

SHAO, Zhiying; LU, Jilai; DING, Jian; FAN, Fengjiao; SUN, Xinyang; LI, Peng; FANG, Yong & HU, Qihui. Novel green chitosan-pectin gel beads for the removal of Cu (II), Cd (II), Hg (II) and Pb (II) from aqueous solution. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2021, vol. 176, p. 217-225. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.02.037>.

SHAKEEL, Muhammad; WASEEM, Muhammad; MEHMOOD, Khalid; REHMAN, Wajid; SHAH, Khizar Hussain; NAWAZ, Mohsan. Adsorption of Methyl Orange from Aqueous Solution by Polymer of Intrinsic Microporosity: Isotherms and Kinetics Study. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 2017, vol. 39, no 3.

SHIRAZI, Romina; MOHAMMADI, Toraj; ASADI, Amir Atabak. Incorporation of amine-grafted halloysite nanotube to electrospun nanofibrous membranes of chitosan/poly (vinyl alcohol) for Cd (II) and Pb (II) removal. *Applied Clay Science*, 2022, vol. 220, p. 106460. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2022.106460>.

VICELIS, José Luis Hidalgo; CASTRO, Susana Patricia Miranda. SÍNTESIS DE ESFERAS DE QUITOSANO Y QUITOSANO-TiO₂ IMPRESAS MOLECULARMENTE PARA LA ADSORCIÓN DEL Hg (II) Y DEGRADACIÓN FOTOCATALÍTICA DEL ROJO DE METILO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 2015, vol. 16, no 1, p. 69-90.

VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel; MÁRQUEZ-GONZÁLEZ, Horacio; ZURITA-CRUZ, Jessie Nallely; MIRANDA-NOVALES, Guadalupe; ESCAMILLA-NÚÑEZ, Alberto. El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. *Revista Alergia México*, 2018, vol. 65, no 4, p. 414-421.

WU, Di; WANG, Yaoguang; LI, Yan; WEI, Qin; HU, Lihua; YAN, Tao; FENG, Rui; YAN, Liangguo & DU, Bin. Phosphorylated chitosan/CoFe₂O₄ composite for the efficient removal of Pb (II) and Cd (II) from aqueous solution: adsorption performance and mechanism studies. *Journal of Molecular Liquids*, 2019, vol. 277, p. 181-188. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.12.098>.

XIAO, Li; SHAN, Hanbin; WU, Yi. Chitosan cross-linked and grafted with epichlorohydrin and 2, 4-dichlorobenzaldehyde as an efficient adsorbent for removal of Pb (II) ions from aqueous solution. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2023, p. 125503. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125503>.

YANG, Xiya; CHEN, Lingyuan; REN, Dong; Wang, Shixing, REN, Zhaogang. Adsorción de Pb (II) del agua por tratamiento con un quitosano modificado con O-hidroxifenil tiourea. *Revista internacional de macromoléculas biológicas*, 2022, vol. 220, pág. 280-290, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.08.090>.

ZÚÑIGA HUAMÁN, Yanua Paola; URQUIZO PAREDES, Danika Alessandra. El botadero de Haqira y su impacto en la calidad de vida de las comunidades campesinas Ccachona y Chocco del distrito de Santiago, 2007-2019. 2021.

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

Eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd o Pb en lixiviados del área degradada de Haqira, Cusco - 2023						
	Definición conceptual		Definición operacional	Dimensión	Indicador	Unidad
Variable independiente	Adsorción con quitosano	Adsorción de quitosano. Para la adsorción de iones metálicos, el tratamiento con quitosano es ideal debido a su alta área de superficie específica, tamaño de poro adecuado, gran tamaño de poro, alta capacidad de adsorción, buena estabilidad mecánica, buena compatibilidad, fácil disponibilidad, fácil amplificación, rentabilidad y respetabilidad al medio ambiente (Shakeel 2017).	Adsorción con quitosano. La adsorción con quitosano se determinó en base de las características teniendo en cuenta los indicadores y las repeticiones a realizar de cada muestra.	Características para el proceso de adsorción con quitosano	Dosis	gr
					Tiempo	Días
					N.º de veces de agitación al día	Números
					Tiempo de agitación	min
Variable	Remoción de Cd y Pb en lixiviados	Remoción de Cd y Pb en lixiviados. Es el proceso de eliminar o reducir la concentración original de metales o elementos en el medio ambiente. La eliminación puede deberse a	Remoción de Cd y Pb en lixiviados. La cantidad de plomo absorbido y la concentración de cadmio se determinarán mediante análisis de laboratorio. Las muestras extraídas serán	Parámetros físicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb	Turbidez	FNU
					Temperatura	°C
					Oxígeno disuelto	mg/L
					Conductividad eléctrica	uS/cm

		que algunas especies utilizan métodos de absorción y acumulan contaminantes a través de ellos. (BAZÁN y ROJAS, 2018, p.25)	analizadas para determinar sus propiedades químicas: pH, temperatura, conductividad y concentración de metales (inicial/final).	Parámetros químicos del Cd y Pb	pH	1-14
					Concentración inicial	mg/L
					Concentración final	mg/L
				Porcentaje de eficiencia	$\frac{C_{final} - C_{inicial}}{C_{inicial}} \times 100$	%

Anexo 2: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES
PG: ¿Es posible la adsorción con quitosano para remover de Cd y Pb en lixiviados del área degradada de Haqira, Cusco - 2023?	OG: Determinar la eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023	HG: Es posible la adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco - 2023	VI: Adsorción con quitosano VD: Remoción de Cd y Pb en lixiviados
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	METODOLOGIA
PG1: ¿Como determinar la dosis óptima para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023?	OG1: Determinar la dosis óptima para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023	HE1: Se puede determinar la dosis óptima para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023	TIPO: Aplicada
PG2: ¿Cómo evaluar las características para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano, en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023?	OG2: Evaluar las características del tratamiento para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano, en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023	HE2: Se puede evaluar las características del tratamiento para remover Cd y Pb utilizando como absorbente el Quitosano, en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023	Diseño: Experimental
PG3: ¿Cómo se determina la eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023?	OG3: Determinar la eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023	HE3: Se puede determinar la eficiencia de adsorción con quitosano para remover Cd y Pb en lixiviados del botadero de Haqira, Cusco – 2023	Nivel: Aplicativo
Ficha 01	Características del tratamiento con quitosano para la adsorción de Cd y Pb		

Titulo	Eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd o Pb en lixiviados del área degradada de Haqira, Cusco - 2023			
Línea de investigación	Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático			
Responsables	Alvarez Orosco, Alcione y Neyra Campos, Milton			
Asesor	Ing. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo			
Fecha				
Muestra	Repeticiones	Dosis (g)	Tiempo (días)	Numero de veces de agitación al día
M1	M1-R1	3	2	10
	M1-R2	3	4	10
	M1-R3	3	6	10
M2	M2-R1	6	2	10
	M2-R2	6	4	10
	M2-R3	6	6	10
M3	M3-R1	9	2	10
	M3-R2	9	4	10
	M3-R3	9	6	10
M4	M4-R1	12	2	10
	M4-R2	12	4	10
	M4-R3	12	6	10

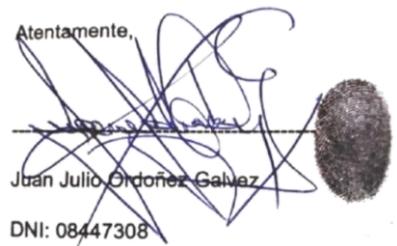


 Danny Alonso, Lizarzaburu Aguinaga
 CIP: 95556



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

Atentamente,



 Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

Anexo 4: Parámetros físico-químicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb antes del tratamiento con quitosano

Ficha 02	Parámetros físico-químicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb antes del tratamiento con quitosano						
Titulo	Eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd o Pb en lixiviados del área degradada de Haqaira, Cusco - 2023						
Línea de investigación	Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático						
Responsables	Alvarez Orosco, Alcione y Neyra Campos, Milton						
Asesor	Ing. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo						
Fecha							
Muestra	Turbidez (FNU)	Temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH (1-14)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Concentración inicial de Pb (mg/L)	Concentración inicial de Cd (mg/L)
M1-0	>1000 FNU	24,40°C	2.28 ppm	7,06	24,18 uS/cm	1,811 mg/L	2,183 mg/L
M2-0	>1000 FNU	24,40°C	2.28 ppm	7,06	24,18 uS/cm	1,811 mg/L	2,183 mg/L
M3-0	>1000 FNU	24,40°C	2.28 ppm	7,06	24,18 uS/cm	1,811 mg/L	2,183 mg/L
M4-0	>1000 FNU	24,40°C	2.28 ppm	7,06	24,18 uS/cm	1,811 mg/L	2,183 mg/L



 Danny Alonso, Lizarzaburu Aguinaga
 CIP: 95556



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

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Anexo 5: Parámetros físico-químicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb después del tratamiento con quitosano

Ficha 03	Parámetros físico-químicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb después del tratamiento con quitosano									
Titulo	Eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd o Pb en lixiviados del área degradada de Haqira, Cusco - 2023									
Línea de investigación	Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático									
Responsables	Alvarez Orosco, Alcione y Neyra Campos, Milton									
Asesor	Ing. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo									
Fecha										
Muestra	Repeticiones	Dosis (g)	Tiempo (días)	Turbidez (FNU)	Temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH (1-14)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Concentración final de Pb (mg/L)	Concentración final de Cd (mg/L)
M1	M1-R1	3g	2días	>1000	23.60	16000	2.46	7.13	0,9915	2,125
	M1-R2	3g	4 días	>1000	23.72	30709	2.46	7.13	0,98275	1,9572
	M1-R3	3g	6 días	305	23.72	30790	2.38	7.13	0,79825	1,8312
M2	M2- R1	6g	2días	>1000	22.17	25890	2.34	7.14	1,0065	2,0996
	M2-R2	6g	4 días	>1000	22.17	25890	2.34	7.14	1,0065	2,0282

	M3-R3	6g	6 días	407	23.83	31020	2.38	7.08	0,9755	1,7332
M3	M2- R1	9g	2días	>1000	22.36	23930	2.35	7.14	0,952	2,1532
	M2-R2	9g	4 días	>1000	22.36	23930	2.34	7.14	0,895	2,0922
	M3-R3	8g	6 días	278	23.71	30120	2.27	7.15	0,83775	1,6334
M4	M2- R1	12g	2días	>1000	22.47	20130	2.38	7.14	1,05825	2,181
	M2-R2	12g	4 días	>1000	22.47	20130	2.38	7.14	0,80375	2,0682
	M3-R3	12g	6 días	287	23.37	28260	2.5	7.2	0,75825	1,5174



 Danny Alonso, Lizarzaburu Aguinaga
 CIP: 95556



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

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Anexo 6: Comparación de los resultados antes y después del tratamiento con quitosano de los Parámetros físico-químicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb para determinar su eficiencia

Ficha 04	Comparación de los resultados antes y después del tratamiento con quitosano de los Parámetros físico-químicos de las muestras de lixiviados con Cd y Pb para determinar su eficiencia				
Titulo	Eficiencia de adsorción con quitosano para la remoción de Cd o Pb en lixiviados del área degradada de Haqira, Cusco – 2023				
Línea de investigación	Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático				
Responsables	Alvarez Orosco, Alcione y Neyra Campos, Milton				
Asesor	Ing. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo				
Fecha					
Muestra	Repeticiones	Comparación	Dosis (g)	Concentración de Pb (mg/L)	Concentración de Cd (mg/L)
M1	M1-R1	Inicial:	3	1,8105	2,183
		Final:		0,9915	2,125
		Eficiencia:		45%	3%
	M1-R2	Inicial:	3	1,8105	2,183
		Final:		0,98275	1,9572
		Eficiencia:		46%	10%
	M1-R3	Inicial:	3	1,8105	2,183
		Final:		0,79825	1,8312
		Eficiencia:		56%	16%
M2	M2-R1	Inicial:	6	1,8105	2,183
		Final:		1,0065	2,0996
		Eficiencia:		44%	4%
	M2-R2	Inicial:	6	1,8105	2,183
		Final:		1,0065	2,0282

		Eficiencia:		44%	7%
	M2- R3	Inicial:	6	1,8105	2,183
		Final:		0,9755	1,7332
		Eficiencia:		46%	21%
M3	M3- R1	Inicial:	9	1,8105	2,183
		Final:		0,952	2,1532
		Eficiencia:		47%	1%
	M3- R2	Inicial:	9	1,8105	2,183
		Final:		0,895	2,0922
		Eficiencia:		51%	4%
	M3- R3	Inicial:	9	1,8105	2,183
		Final:		0,83775	1,6334
		Eficiencia:		54%	25%
M4	M4- R1	Inicial:	12	1,8105	2,183
		Final:		1,05825	2,181
		Eficiencia:		42%	0%
	M4- R2	Inicial:	12	1,8105	2,183
		Final:		0,80375	2,0682
		Eficiencia:		56%	5%
	M4- R3	Inicial:	12	1,8105	2,183
		Final:		0,75825	1,5174
		Eficiencia:		58%	30%

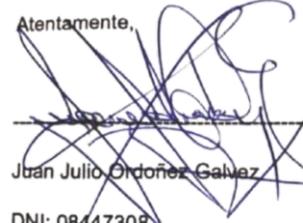


 Danny Alonso, Lizarzaburu Aguinaga
 CIP: 95556



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

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

INFORME DE ENSAYO N°: IE-100-0017-30.06.2023

I. DATOS DEL SERVICIO

Nombres y Apellidos: MILTON NEYRA CAMPOS / ALCIONE ALVAREZ OROSCO
DNI : 72620603 / 74470484
Dirección : Lima, Perú
Asunto : Análisis de Aguas
Muestreado por : ALCIONE ALVAREZ OROSCO
Fecha de emisión del informe: 30-06-2023

II. DATOS DE ITEMS DEL ENSAYO

Producto : Agua con lixiviados
Número de muestras : 10
Fecha de recep. de muestra: 28-05-2023
Periodo de ensayo : Del 28-05-2023 al 20-06-2023

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

Tipo de Análisis	Norma de referencia
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B; 23rd Ed: 2017. pH Value: Electrometric Method.
Temperatura	Multiparámetro Hanna Instruments (HI7629829)
Conductividad eléctrica	Multiparámetro Hanna Instruments (HI7629829)
Turbidez (FNU)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Oxígeno disuelto	Multiparámetro Hanna Instruments (HI7629829)
Plomo total	Espectrofotometría UV-Vis
Cadmio total	Espectrofotometría UV-Vis

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

IV. RESULTADOS

Código de Muestra	pH	T (°C)	C.E (uS/cm)	Turbidez (FNU)	OD (ppm)	Pb (ug/L)	Cd (ug/L)
M0	7.06	24.40	24190	>1000	2.28	1810.50	2183.00
M1R1-3g-2d	7.13	23.60	16000	>1000	2.46	991.50	2125.00
M2R1-6g-2d	7.14	22.17	25890	>1000	2.34	1006.50	2099.60
M3R1-9g-2d	7.14	22.36	23930	>1000	2.35	952.00	2153.20
M4R1-12g-2d	7.14	22.47	20130	>1000	2.38	1058.25	2181.00
M1R2-3g-4d	7.13	23.72	30790	>1000	2.46	982.75	1957.20
M2R2-6g-4d	7.14	22.17	25890	>1000	2.34	1006.50	2028.20
M3R2-9g-4d	7.14	22.36	23930	>1000	2.34	895.00	2092.20
M4R2-12g-4d	7.14	22.47	20130	>1000	2.38	803.75	2068.20
M1R3-3g-6d	7.13	23.72	30790	305	2.38	798.25	1831.20
M2R3-6g-6d	7.08	23.83	31020	407	2.38	975.50	1733.20
M3R3-9g-6d	7.15	23.71	30120	278	2.27	837.75	1633.40
M4R3-12g-6d	7.2	23.37	28260	287	2.5	758.25	1517.40

VI. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.



JOHNNY W. VALVERDE FLORES
ING. QUIMICO
R. CIP. 79862

--- FIN DEL DOCUMENTO ---

"El uso indebido de este informe de ensayo constituye un delito sancionado conforme a la Ley, por la autoridad competente".

Anexo 7: Panel fotográfico





