



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

Uso del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate -
Cerro de Pasco, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORES:

Huaringa Campos, Aracely Jheny (ORCID: 0000-0001-9864-3642)

Trujillo Ramos, Josselyn Xiomara (ORCID: 0000-0001-6281-1608)

ASESOR:

MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos Sólidos

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Aracely Jheny Huarínga Campos

A Dios por ayudarme a llegar a esta etapa de mi vida, a mis queridos padres, Gloria Campos Huamanyauri y Senón Huarínga Santiago por motivarme a seguir adelante y por su apoyo incondicional, de igual manera a mis hermanos Kenlly Huarínga Campos y Lizeth Huarínga Campos por su confianza.

Josselyn Xiomara Trujillo Ramos

A Dios por ayudarme a llegar a esta etapa de mi vida, a mis queridos padres, Antonia Ramos Beteta y Fernando Félix Trujillo Vásquez por motivarme a seguir adelante y por su apoyo incondicional, de igual manera a mis hermanos por ser mis ejemplos y motivación de cada logro con el objetivo de brindarle lo mejor.

AGRADECIMIENTO

Aracely Jheny Huaringa Campos

Primero agradecer a Dios, por cuidarme y darme fortaleza y los conocimientos necesarios para culminar mis estudios.

De igual manera agradecer a mis padres Gloria Campos Huamanyauri y Senon Huaringa Santiago, por su apoyo incondicional y su confianza para seguir adelante. Así mismo agradecer a mis hermanos y a toda mi familia que me apoyaron para culminar esta etapa de mi vida.

También agradecer a mi asesor Msc. Wilber Samuel Quijano Pacheco por su paciencia y su apoyo que nos brindó durante todo el desarrollo de la investigación, de igual manera agradecer a los docentes de la Universidad Cesar Vallejo por compartirnos sus conocimientos a lo largo de mi carrera.

Josselyn Xiomara Trujillo Ramos

Primero agradecer a Dios, por cuidarme y darme fortaleza y los conocimientos necesarios para culminar mis estudios.

De igual manera agradecer a mis padres Antonia Ramos Beteta y Fernando Félix Trujillo Vásquez, por su apoyo incondicional y su confianza para seguir adelante. Así mismo agradecer a mis hermanos y a toda mi familia que me apoyaron para culminar esta etapa de mi vida.

También agradecer a mi asesor Msc. Wilber Samuel Quijano Pacheco por su paciencia y su apoyo que nos brindó durante todo el desarrollo de la investigación, de igual manera agradecer a los docentes de la Universidad Cesar Vallejo por compartirnos sus conocimientos a lo largo de mi carrera.

ÍNDICE

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MÉTODO	25
2.1 Tipo y diseño de investigación	25
2.2 Población, muestra y muestreo	27
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	28
2.4 Procedimientos	30
2.5 Método de análisis de datos	37
2.6 Aspectos éticos	38
III. RESULTADOS	39
IV. DISCUSIÓN	56
V. CONCLUSIÓN	58
VI. RECOMENDACIÓN	59
REFERENCIAS	60
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de operacionalización de variable</i>	26
Tabla 2. <i>Coordenadas UTM del lugar de estudio</i>	27
Tabla 3. <i>Validación de expertos.</i>	29
Tabla 4. <i>Diseño Experimental</i>	38
Tabla 5. <i>Características químicas del quitosano</i>	39
Tabla 6. <i>Características físicas del quitosano</i>	39
Tabla 7. <i>Valores iniciales del agua</i>	40
Tabla 8. <i>Valores del color después del tratamiento</i>	40
Tabla 9. <i>Análisis de varianza (ANVA) del agua tratada (color)</i>	41
Tabla 10. <i>Prueba de contraste Tukey para el color</i>	41
Tabla 11. <i>Valores de la turbidez después del tratamiento</i>	42
Tabla 12. <i>Análisis de varianza (ANVA) del agua tratada (Turbidez)</i>	42
Tabla 13. <i>Prueba de contraste Tukey para la turbidez</i>	42
Tabla 14. <i>Valores iniciales del agua</i>	43
Tabla 15. <i>Valores del color después del tratamiento</i>	44
Tabla 16. <i>Análisis de varianza (ANVA) del agua tratada (pH)</i>	45
Tabla 17. <i>Prueba de contraste Tukey para el pH</i>	45
Tabla 18. <i>Valores de la conductividad eléctrica después del tratamiento</i>	46
Tabla 19. <i>Análisis de varianza (ANVA) del agua tratada (CE)</i>	46
Tabla 20. <i>Prueba de Contraste de Tukey para la CE del agua</i>	46
Tabla 21. <i>Valores de la temperatura después del tratamiento</i>	47
Tabla 22. <i>Análisis de varianza (ANVA) del agua tratada (Temperatura)</i>	48
Tabla 23. <i>Prueba de Contraste de Tukey para temperatura del agua</i>	48
Tabla 24. <i>Valores del DBO5 después del tratamiento</i>	49
Tabla 25. <i>Análisis de varianza del agua tratada</i>	49
Tabla 26. <i>Prueba de contraste de Tukey para el DBO₅ del agua</i>	49
Tabla 27. <i>Valores del DQO después del tratamiento</i>	50
Tabla 28. <i>Análisis de varianza del agua tratada</i>	51
Tabla 29. <i>Prueba de contraste de Tukey para DQO</i>	51
Tabla 30. <i>Valores de Oxígeno Disuelto después del tratamiento</i>	52
Tabla 31. <i>Análisis de varianza para el oxígeno disuelto del agua tratada</i>	52
Tabla 32. <i>Prueba de contraste de Tukey para el oxígeno disuelto</i>	52
Tabla 33. <i>Valores iniciales de plomo</i>	53

Tabla 34. <i>Valores de la eficiencia del quitosano después del tratamiento</i>	54
Tabla 35. <i>Análisis de varianza del agua tratada</i>	54
Tabla 36. <i>Prueba de contraste de Tukey para la eficiencia del quitosano</i>	54

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el uso del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate – Cerro de Pasco. Al contaminar las aguas con metales pesados y estos por tener una densidad muy elevada ocasionan transformaciones significativas en el medio al producir óxidos y compuestos organometálicos que alteran la calidad del agua. la investigación es de tipo aplicada y diseño experimental y la población el agua de la laguna Yanamate, la muestra fue de veinte litros. Se realizó dos procesos; el primero para obtener el quitosano de los caparzones del cangrejo; y el segundo proceso la aplicación como tratamientos las dosis del quitosano al agua contaminada, se planteó bajo el Diseño Completamente al Azar los tratamientos fueron las tres dosis (2mg/L, 4mg/L y 6 mg/L) y cada uno con tres repeticiones haciendo un total de 9 unidades experimentales con 2 litros de agua contaminada. Los resultados para las características del quitosano fue pH de 7.3; humedad un 61.65% y la ceniza obtenida fue de 27.01 g, el tamaño de partícula fue de 500 μm , cuyo peso final fue de 138.09 g.; luego del tratamiento al análisis de varianza resultaron significativos para todos los parámetros evaluados ($p < 0.05$), a la prueba de contraste de Tukey resulto que el tratamiento óptimo fue la dosis de 6mg/L; quien redujo en un 67.99% de plomo que contenía el agua contaminada. En conclusión, el uso del quitosano permitió remover el plomo del agua contaminada con la dosis óptima de 6mg/L.

Palabras claves: quitosano, plomo, remoción.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the use of the chitosan for the removal of lead in the waters of the Yanamate lagoon – Cerro de Pasco. By contaminating water with heavy metals and these from having a very high density cause significant transformations in the environment by producing oxides and organometallic compounds that alter water quality. The research is applied type and experimental design and the population the water of the Yanamate lagoon, the sample was twenty liters. Two processes were carried out; the first to get the chitosan of the crab shells; and the second process the application as treatments the doses of chitosan to contaminated water, was raised under the Completely Random Design treatments were the three doses (2mg/L, 4mg/L and 6 mg/L) and each with three repetitions making a total of 9 experimental units with 2 liters of contaminated water. The results for the characteristics of the chitosan was pH of 7.3; humidity by 61.65% and the ash obtained was 27.01 g, the particle size was 500 m, whose final weight was 138.09 g.; after treatment to variance analysis were significant for all parameters evaluated ($p < 0.05$), Tukey's contrast test turned out that the optimal treatment was the 6mg/L dose; who reduced lead containing contaminated water by 67.99%. In conclusion, the use of chitosan allowed the removal of lead from contaminated water at the optimum dose of 6mg/L.

Keywords: chitosan, lead, removal.

I. INTRODUCCIÓN

La preocupación por la contaminación del agua en la región Cerro de Pasco, se lleva a cabo por las descargas mineras y domésticas sin algún proceso de saneamiento, por lo tanto, ocasionan impactos ambientales y contaminación en las aguas receptoras. Se hace mención a un tipo de tratamiento que permite remover metales pesados, conocido como bioadsorción. Se trata de procesos tanto físico como químico que comprende los fenómenos de adsorción y absorción de moléculas e iones, buscando remover metales pesados en aguas residuales del sector industrial (Tejada [et al.], 2015, p.12).

Existen diferentes formas de tratamiento de agua entre ellas el uso del quitosano como un biopolímero natural puesto que otorga mejores beneficios que los coagulantes químicos. Se llega a obtener a partir de la desacetilación de la quitina extraída de los cefalópodos y crustáceos (en caso de animales); convirtiéndose en una alternativa con mejor rentabilidad y sostenibilidad para el tratamiento de aguas industriales mineros.

Dentro de la realidad problemática, los trabajos mineros en la región Cerro de Pasco y en demás regiones del Perú, necesitan de una capacidad considerable de agua, ya que usan este recurso en el procesamiento minero metalúrgico, en el abastecimiento de los trabajadores y otros trabajos que se ejecutan, esto origina un notable consumo de volúmenes de aguas. Los cuales causan aguas industriales y a la vez necesitan un procesamiento previo, antes de ser evacuadas a los diferentes cursos y cuerpos de agua de la zona como ríos, lagunas, etc. La investigación será desarrollada en la zona donde se encuentra ubicada la laguna Yanamate, la cual sufre persistentes vertimientos de aguas ácidas producido por la compañía minera Volcan Cia., es por eso que existe en la actualidad un elevado riesgo de contaminación a causa de los impactos negativos que se viene ocasionando y a la vez generando muchos problemas a la salud humana y al medio ambiente de la zona de Yanamate (Mejía, 2018, p. 7).

Existe diversas tecnologías que se pueden emplear y así aumentar la calidad de agua y del ambiente de la laguna de Yanamate, sin embargo, en esta oportunidad la investigación propone el método de utilizar el quitosano para remover el plomo en las aguas de la laguna de Yanamate, por otro lado, al usar los residuos sólidos generados en los restaurantes de marisco y mercados, se reducirá el impacto por su deposición final y por ello tener un valor agregado por la procedencia de estos desechos.

Se describe los trabajos previos nacionales e internacionales que nos sirve de guía para elaborar el proyecto sobre Uso del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna, Yanamate. Como trabajo previo referimos a Carmona, N. (2016) estudio las interacciones de CMC con otros biopolímeros como GA y Ch. Para ello se llevaron a cabo pruebas en una solución stock de 100 ppm, agregando la dispersión de CMC a 0.25% p/p, también se realizaron pruebas de absorción atómica con muestras a diferentes relaciones másicas entre la CMC y el Pb^{2+} , en las cuales se llegó a una remoción de plomo de la solución stock del 68.8%; así mismo para realizar el análisis de las interacciones entre la CMC y el Ch se realizó una segunda prueba, adicionando la dispersión de C y se observó la formación de complejos insolubles en la mezcla. Por último, se realizaron pruebas de caracterización por FT-IR a los complejos que se separaron por centrifugación y el sobrenadante se analizó por absorción atómica para cuantificar la cantidad de Pb^{2+} removido que fue del 96.5%.

Quispe, J. (2017) estudió la bioadsorción con escamas de pescado para remover plomo en aguas contaminadas del río San Juan-Pasco, 2017. La metodología se basó en el uso de las escamas de pescado previamente caracterizadas (seco y molido) y su influencia de remoción en muestras de agua contaminada con plomo, los factores que intervinieron fueron la dosis, el volumen de partícula, período de acercamiento y la agrupación inicial del modelo problema, dando como resultado que estos factores sí intervienen en la bioadsorción de plomo, teniendo como el tamaño óptimo de partícula de 250 μm , el tiempo de 30 minutos de contacto con el bioadsorbente y 6 gramos de escamas. Como resultado menciono que la eliminación de plomo en todos los casos fue superior al 90%.

Romero, J. (2017) determinó la influencia que existe entre la pepa de aceituna y la biosorción en efluentes mineros con alta concentración de Plomo y Zinc en la U.E.A, Heraldos Negros -Acobambilla - Huancavelica 2017. La metodología se basó en el uso de la pepa de aceituna molida con el propósito de disminuir la concentración de metales Plomo y Zinc en efluentes de mina utilizando el método de un sistema discontinuo y con agitación constante, este proceso se realizó con un tiempo de agitación de 60 y 90 minutos para distintos pesos de pepa de aceituna (5 g y 10 g) por cada 2L de muestra de efluente. Como resultado obtuvo una eficiencia del 96,1% para el Plomo y 87,6% para el Zinc.

Tello, E. (2017) estudió la evaluación del quitosano obtenido a partir de las escamas de la Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). La metodología se basó en extraer la quitina de

las escamas mediante el proceso de despigmentación, desproteinización, desmineralización y el procedimiento de espectroscopia infrarrojo. El polímero que obtuvieron fue de alta calidad, con un DD del 72.05% a través de IR y el Mv resultado de 8.85×10^5 g/mol, la humedad 3.76%, proteína 0.59% y ceniza 78.193%; estos datos fueron debido a la presencia de metales pesados. Los resultados que fueron obtenidos están entre los tipos de quitosano comercial. Mediante la ejecución de estudios geológicos observaron que el quitosano tiene un comportamiento No Newtoniano de un fluido Pseudoplástico.

Méndez, W. (2019) estudió la remoción de plomo contenido en el agua con el uso del exoesqueleto del camarón, para ello se prepararon 2 soluciones acuosas de plomo: 0,5 y 1 ppm con una solución estándar de plomo (1000 ppm), a pH 5, para luego adicionar 1 gramo de exoesqueleto de camarón triturado en 500 ml de agua contaminada durante 3 intervalos de tiempo: 30, 60 y 120 minutos, con ello probar la eficiencia de adsorción del exoesqueleto sobre el plomo. El resultado obtenido fue de 85% de adsorción para la concentración de 0.5 ppm, mientras que a 1 ppm se redujo a > 0.035 ppm \approx ND, el cual dio 100% de adsorción y el tiempo optimo fue de 30 minutos.

Mamani, R. (2014) estudió la capacidad de biosorción del salvado de cebada que fue usado como un adsorbente para el catión plomo. El resultado del pH después de la bioadsorción de Pb(II) con salvado de cebada, manifestaron que el pH óptimo fue de 5 después de realizar el procedimiento de bioadsorción; así mismo usaron el salvado de cebada de granulometría malla 100, activado con HCl 0.1 N y secado a 70°C, adsorbe al catión plomo y utilizaron como bioadsorbente en el proceso final como adsorbente en las aguas del río Ayaviri, los análisis iniciales antes de agregar el estímulo fueron 1.34, 1.38, 1.26, 1.29, 1.23 mg/L y luego que realizaron el proceso de bioadsorción se muestran la concentración final de plomo, 0.63, 0.71, 0.52, 0.58, 0.50 mg/L, en ello se observa el promedio aproximado que ayudo a disminuir el plomo fue casi el 50%.

Ren, H (2019) en su investigación presentó tres adsorbentes de quitosano (CS) modificados por AAIL, estos fueron preparados mediante un método sintético que utiliza líquidos iónicos de aminoácidos (AA-IL) para reticular el CS por separado, ácido glutámico, ácido aspártico y alanina para dar nuevos adsorbentes Asp-AA-IL-CS (1), (2) Ala-AA-IL-CS y Glu-AA-IL-CS (3) respectivamente. Entre los adsorbentes (1) - (3) con respecto a su velocidad y eficiencia de eliminación de Pb²⁺ + el ácido glutámico (1) mostró claramente como el adsorbente con mejor rendimiento mediante pruebas experimentales y datos en combinación

con espectroscopia infrarroja, así mismo el comportamiento de los adsorbentes (1) sigue una cinética de pseudo segundo orden, y concuerda mejor con la isoterma de adsorción de Freundlich.

Vega, et al. (2015) estudiaron la dosis optima de calcio que permitió reducir la toxicidad del agua contaminada por aluminio. En investigación evaluaron el efecto de cuatro concentraciones de calcio (0, 5, 10 y 20 mg Ca L⁻¹) sobre la toxicidad aguda de 500 µg Al L⁻¹ en alevines de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) de 0,1 g en agua de uso a pH 5, 6 y 7. Los resultados que fueron obtenidos mencionaron que se deberían estar al pendiente en el agua de cultivo a una dosis mayor a 10 mg C y un pH >6 antes de las 8h de exposición a una concentración tóxica de aluminio, como medida remedial para reducir el efecto de intoxicación aguda causada por aluminio.L

Liu, et al. (2016) estudiaron las perlas de quitosán que fueron modificados con tetraetilenpentamina (TEPA) con base biológica y iónica que utilizan Pb (II) como iones impresos (Pb-ITMCB) para la adsorción de plomo en aguas contaminadas. Realizaron experimentos de adsorción por lotes para evaluar las condiciones de adsorción, selectividad y reutilización. Las tecnologías FTIR, SEM y TEM usaron para dilucidar el mecanismo de Pb-ITMCB adsorbiendo iones Pb (II), el cual mostró que la capacidad de adsorción de Pb-ITMCB para iones Pb (II) alcanzó 259.68 mg / g a pH 6, 40 ° C, estos resultados fueron comprobados con otros cationes metálicos y los iones Pb (II) y mostraron una afinidad general de ser adsorbidos por Pb-ITMCB.

Anitha, et al. (2016) estudiaron la síntesis de partículas de quitosán mezcladas con alcohol polivinílico (PVA), para luego producir una membrana compuesta de quitosán/PVA estable. Las nanopartículas de quitosán que fueron preparadas lo caracterizaron utilizando un análisis por microscopio electrónico de transmisión.; así mismo la capacidad de adsorción de la mezcla de quitosán/PVA fueron optimizados variando los parámetros físicos como el pH, la dosis de adsorbente, la concentración de adsorbato, el tiempo de contacto y la temperatura. La adsorción máxima del 96,1% lo consideraron para una concentración inicial de 10 mg/l, una dosis de adsorbente de 0,6 g/100 ml a 30 ° C y como resultado encontraron que el sistema se ajustaba mejor al modelo de pseudo segundo orden cinético y la desorción de los iones de plomo (II) se realizó de manera efectiva utilizando una solución de HCl.

Boarin-Alcalde, L., y Graciano-Fonseca, G. (2016) estudiaron la extracción de quitina y desacetilación de quitosano a partir de escamas de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) para la eliminación de plomo. El espectro infrarrojo tuvo una característica en la región de 3,500 cm^{-1} , a causa de las oscilaciones del estiramiento axial del grupo OH que ha sido totalmente depurado. Sin embargo, observaron una nueva banda a 1,640 cm^{-1} causada por la deformación de NH_2 que prevaleció sobre la banda de 1,655 cm^{-1} , asociada al carbonilo ($\text{C}=\text{O}$) que tiende a reducir y a la ampliación del grado de desacetilación del quitosano.

Karim, et al. (2019) evaluaron los parámetros experimentales, como la concentración inicial de iones metálicos, el tiempo de interacción, la dosis de adsorbente, el pH de la solución y los efectos de los iones de la competencia para la adsorción de Pb (II) y Cd (II). Los datos de adsorción se manipularon utilizando diferentes modelos de cinética, y se confirmó que solo el modelo de pseudo segundo orden obedecía a la cinética de adsorción de los iones Pb (II) y Cd (II); así mismo los datos de equilibrio ajustaron bien con el modelo de isothermas de adsorción de Langmuir, y la capacidad máxima de adsorción fue de 266.12 y 148.79 mg/g para los iones Pb (II) y Cd (II), respectivamente. Por lo tanto, los PVA/Chi NF se consideran materiales efectivos y prometedores para los iones Pb (II) y Cd (II) de aguas residuales con alta eficiencia.

Shaker, M. y Yakout, A. (2016) estudiaron la inmovilización en anatasa TiO_2 para sintetizar un nanosorbente ecológico ($51 \pm 3.8 \text{ nm}$). Las relaciones entre el% de eliminación de Pb (II) y diferentes parámetros analíticos como la acidez de la solución (pH), la dosificación de MCS TiO_2 , el tiempo de contacto y la concentración inicial de Pb (II) fueron optimizados utilizando la metodología de respuesta de superficie (RSM) y Box-Behnken Diseño (BBD) procedimientos estadísticos. El EDTA liberaron los iones Pb (II) absorbidos de MCS TiO_2 con una recuperación superior al 92% después de tres ciclos de sorción-desorción. Se ha demostrado que el nanosorbente sintetizado es un excelente extractor de fase sólida para los iones Pb (II) de las aguas residuales.

Altinisik, A., y Yurdakoc, K. (2016) investigaron sobre la estructura y la morfología del adsorbente mediante difracción de rayos X, microscopio electrónico de barrido y análisis infrarrojo de transformada de Fourier; así mismo los rendimientos de adsorción de los adsorbentes se probaron en función de la concentración de ion Cu (II), el valor de pH, el tiempo y la temperatura. Se estimó que la capacidad máxima de adsorción del adsorbente era de 500 mg/g a pH 5.0; de igual forma se determinaron e indicaron que el proceso de

adsorción era de naturaleza endotérmica. Los resultados magnéticos mostraron que el adsorbente puede ser manipulado por un imán externo con suficiente separación; debido a ello se llega a la conclusión que el proceso es limpio, seguro y lo suficientemente fácil para la eliminación de iones Cu (II).

Tayel, et al. (2016) investigaron al quitosano fúngico para la quelación de metales pesados y la inhibición de patógenos microbianos en agua contaminada; para ello el quitosano fue producido a partir de los micelios de *Aspergillus niger*, *Cunninghamella elegans*, *Mucor rouxii* y de cáscaras de camarón, utilizando condiciones de producción unificadas; así mismo el chitosán *M. rouxii* tuvo el grado de desacetilación más alto (91.3%) y el peso molecular más bajo (33.2 kDa). Las perlas de quitosán se entrecruzaron con glutaraldehído (GLA) y etilenglicol diglicidil éter (EGDE) y mostro un resultado que el filtro bioactivo, cargado con perlas de quitosán EGDE-*A. niger*, pudo reducir la concentración de metales pesados con > 68% y la carga microbiana con >81%, después de 6h de flujo continuo de agua en el filtro diseñado experimentalmente.

Wang, et al. (2017) investigaron la síntesis de *Pseudomonas putida* I3 y *Talaromyces amestolkiae* Pb combinadas con tiourea quitosano esponja (PXTCS y TXTCS) y modificadas con xantato para la eliminación de Pb (II) de las soluciones. Las capacidades máximas de biosorción de PXTCS y TXTCS fueron 232.03 y 241.61 mg g⁻¹ con 40% de *P. putida* I3 y 15% de *T. amestolkiae* Pb; así mismo el grado de promoción siguió la secuencia: Zn (II) > Na (I) ≈ K (I) > Ca (II) > Mg (II) ≈ Al (III) >> Cd (II) > Fe (III). En conclusión, ambos biosorbentes preparados fueron efectivos en la separación de metales pesados de efluentes industriales simulados que contienen varios metales pesados a nivel traza o Pb (II) de alta concentración.

Irawan, et al. (2018) estudiaron a las nanopartículas de biocompuestos de *Eleocharis dulcis* (ED) para reducir la concentración de iones de plomo (II) que contenían las aguas residuales de la industria textil de Sasirangan. El experimento se llevó a cabo por lotes para considerar la cinética de la biosorción de plomo sobre el adsorbente, para ello evaluaron los efectos de la concentración de equilibrio de ion de plomo, el pH de equilibrio y la temperatura sobre la adsorción de plomo (II). Los datos cinéticos de la biosorción de plomo (II) en EDB y EDB-MH revelaron que el tiempo de equilibrio se alcanzó en 2h, y los datos isotérmicos manifestaron que la capacidad de adsorción máxima de Langmuir de EDB-M y EDB-MH a pH de 6 ± 0.2 con una temperatura ambiente de 150.43 mg/g y 180.92 mg/g. En conclusión,

la termodinámica de la biosorción fue espontánea y la indicación endotérmica por aumento de temperatura aumentaría la capacidad de adsorción.

Aytar, et al. (2014) investigaron la biosorción de Pb (II) y Ni (II) de una biomasa fúngica aislada del drenaje de minas que fue optimizado utilizando una metodología de superficie de respuesta mediante la alteración de parámetros como el pH, la concentración inicial de metales, tiempo de contacto y dosificación biosorbente, realizaron mediciones de potencial zeta y espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier para comprender el mecanismo de adsorción. Para ello se utilizaron un diseño de Box–Behnken con 29 experimentos para evaluar las interacciones entre variables independientes, por lo cual los resultados máximos de eliminación fueron 76 y 47% a pH 4.5 para Pb (II) y Ni (II), con concentraciones iniciales de metal de 123 y 33 mg/L, tiempos de contacto de 65 y 89 minutos y biosorbente de 0.2 y 1.6 g/L. respectivamente.

Khawar, et al. (2018) estudiaron la modificación química del quitosano con fosfato de diamonio (DAP) y la mezcla DAP/EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) para la eliminación de los iones Pb (II) de la solución acuosa. Las formas de quitosán modificadas fueron analizados mediante el analizador termogravimétrico (TGA), la espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier (FTIR) y la microscopía electrónica de barrido (SEM) para investigar el comportamiento de degradación térmica, las modificaciones estructurales y la textura de la superficie de los adsorbentes de quitosano reticulados. Las capacidades máximas desorción obtenidas del modelo de isoterma de Langmuir fueron de 126 mg/g para el quitosán modificado con fosfato de diamonio (DMC) y 137 mg/g para el quitosán modificado con DAP/EDTA (EDMC). El análisis termodinámico mostró que el proceso de remoción de metal fue de naturaleza endotérmica.

Yu, Hang, et al (2019) investigo la membrana de acetato de celulosa modificada, quitosano modificado, dióxido de titanio (MCA-MCS-TiO₂) para la separación de la emulsión de agua y aceite y la adsorción de Cu (II). Después de haber sido modificado la membrana exhibió una alta eficiencia de separación de aceite-agua (99.4%) para ciclohexano, al mismo tiempo, midieron la cantidad de adsorción de Cu (II) en la membrana. Sobre las variables incluyeron la proporción de celulosa modificada a quitosano modificado, la concentración inicial de Cu (II) y el pH de la solución de Cu (II). Cuando pH = 7, la capacidad de adsorción de la membrana a Cu (II) alcanza 220.67mgg⁻¹. Cuando la concentración de la solución de Cu (II) es 1000mgL⁻¹, la eficiencia de adsorción es tan alta como 97.0%.

Crini, et al. (2014) investigo el proceso PAUF y resalto las ventajas obtenidas del uso de quitosano en el proceso de complejación-ultrafiltración. Para esto, compiló una encuesta de literatura basada en la PAUF y discutió; a partir de estos datos, se encuentra que el quitosán, un biopolímero que no es tóxico para los seres humanos y el medio ambiente, es eficaz para eliminar los iones metálicos y exhibe una alta selectividad. Podría ser un polielectrolito prometedor para los propósitos de la PAUF.

Tayel, et al. (2016) investigo el quitosán fúngico para la quelación de metales pesados y la inhibición de patógenos microbianos en agua contaminada, para ello el quitosano produjeron a partir de los micelios de *Aspergillus niger*, *Cunninghamella elegans*, *Mucor rouxii* and a partir de cáscaras de camarón, utilizando condiciones de producción unificadas. Las perlas de quitosán se entrecruzaron con glutaraldehído (GLA) y etilenglicol diglicidil éter (EGDE); las perlas unidas se volvieron insolubles en agua, soluciones y alcalinas y podrían adsorber iones de metales pesados en solución acuosa. El filtro bioactivo, cargado con perlas de EGDE-A. *niger*chitosan, redujo la concentración de metales pesados con > 68%, y la carga microbiana con > 81%, después de 6h de flujo continuo de agua en el filtro diseñado experimentalmente.

Gedam, A. H., y Dongre, R. S. (2016) estudiaron la Cilindricafibras de luffa quitosano (ACLFCS) como adsorbente de plomo. Realizaron en función del pH, el tiempo de agitación, la concentración inicial de ion (ii) y la dosis de adsorbente. La adsorción por lotes de los iones de plomo (ii) se llevó a cabo a temperatura ambiente, en donde las condiciones óptimas para la máxima adsorción de los iones de plomo (ii) lograron a pH 5 con una dosis de adsorbente de 0.1 g L⁻¹. La eliminación máxima de plomo (ii) obtenida fue del 98% (experimental) y 112 mg g⁻¹ (del modelo de isoterma de Langmuir). La alta captación de iones de plomo (ii) que utilizaron ACLFCS indicó que fue un adsorbente efectivo y de bajo costo para el tratamiento de agua contaminada con iones de plomo (ii).

Geromel-Costa, et al. (2018) estudiaron los sedimentos que fueron recolectados de cuatro corrientes contaminadas por la caña de azúcar y fueron evaluados por adsorción de Cr, Cu, Zn, Mn y Mg. Mostraron que la máxima adsorción de metales en las cuentas de quitosano (que contiene solo el 5,5% de quitosano) se obtuvo en la corriente de São João, como: 0.65mgkg⁻¹ para Cr⁶⁺, 2.85mgkg⁻¹ para Cu²⁺, 2.5mgkg⁻¹ para Mg²⁺ y 0.85mgkg⁻¹ para Zn²⁺. Para el manganeso, la adsorción máxima fue de 0.84mgkg⁻¹, obtenida para la corriente de Agua Sumida. La adsorción tuvo una alta afinidad por Cu, Zn y Cr y una baja

afinidad por Mg y Mn. El quitosano presentó el potencial y la viabilidad para su uso en la remediación de los impactos de los metales en los sistemas de sedimentos acuáticos, con alta adsorción y capacidad para ser aplicado "in loco".

Botelho da Silva, et al. (2018) estudiaron el sistema redox TEMPO-lacasa para oxidar selectivamente el quitosano con el fin de producir derivados adaptados. La reacción fue realizada a pH 4,5 bajo suministro de aire continuo y los productos oxidados fueron caracterizados estructural y funcionalmente. La oxidación de la casa de TEMPO fue agregada exitosamente grupos de aldehído y carboxilato a la estructura del quitosano, lo que resulto derivado con oxidación entre el 4 y el 7% y mostró mayor solubilidad y disminución de la viscosidad en solución, el quitosano fue disuelto en ácido clorhídrico diluido antes de la oxidación de la lacasa con TEMPO y produjo un derivado de quitosán reticulado que fue capaz de formar un hidrogel que responde al pH.

Mendoza, L. V., & Molina, N. F. (2015) estudiaron la biomasa pretratada de algas rojas, cáscara de naranja y tuna. Estos mostraron una mayor capacidad de sorción de las algas modificadas con NaOH 0.1 N y de la naranja y la tuna con cambios seguidos con NaOH y CaCl₂ 0.2 M, y una afección poco significativa (1%). La eficiencia de la remoción mostro un volumen líquido de 400 ml, 75 g de biomasa y tiempos de retención promedio de 1 y 2 h. Los resultados revelaron una eficacia similar de las tres biomásas para agitar Cd y Pb, con promedios superiores al 95%, mientras que el Zn se disminuyó con mejor eficiencia (62%) al emplear tuna modificada como sorbente.

Yan, et al. (2016) estudiaron el método de autoensamblaje mediante la preparación de una combinación de adsorbente compuesto versátil de quitosán y óxido de grafeno (CS-GO). Este adsorbente tuvo características anfóteras que mostraron una carga de superficie y morfología ajustables al pH y dieron como resultado su rendimiento de adsorción flexible y ajustable. De acuerdo con los resultados de la cinética de adsorción, el tiempo de equilibrio de CS-GO para la adsorción de cada contaminante fue inferior a 10 min, lo que es lo suficientemente rápido y satisfactorio para el uso práctico. Después de la adsorción saturada, CS-GO se puede regenerar y reutilizar eficientemente con poca pérdida de absorción. Por lo tanto, CS-GO es un adsorbente versátil que elimina de manera eficiente varios contaminantes del agua.

Triana-Guzmán, et al. (2018) estudiaron la imina-quitosano que fue resumido de tres derivados por concentración de los terminales amino de quitosano y ácido 4-bromometil-2-hidroxibenzaldehído A1, ácido 4-formil-2-hidroxibenzoico A2 y (E)-6-((2-(piridina-2-il)hidrazono)metil)picolinaldehído A3. Los compuestos se caracterizaron por ¹H-RMN, FT-IR, análisis elemental, análisis gravimétrico térmico (TGA) y calorimetría diferencial de barrido (DSC). Finalmente, por medio de la absorción atómica, se investigó la capacidad de eliminar iones de metales pesados, como Pb (II) y Hg (II), para los derivados de imina-quitosano, que mostraron un alto porcentaje de eliminación a pH básico (entre 8-10) pero un bajo porcentaje de eliminación a un pH inferior a 5.

Hu, et al. (2019) investigaron sobre la contaminación microbiana, por ello preparó un compuesto antibacteriano de quitosano (CTS)/biochar-nanosilver (C-Ag) mediante un método de recubrimiento con CTS sobre C-Ag que fue obtenido a través de un proceso de carbonización fácil a alta temperatura utilizando paja de maíz como sustrato de carbono. Los resultados de FT-IR, XRD, SEM y TG-DSC mostraron que las nanopartículas de plata esféricas de carga de biochar estaban recubiertas con CTS en el material compuesto. La actividad antibacteriana del compuesto CTS/C-Ag fue investigado utilizando el método de recuento en placa con *Escherichia coli* (*E. coli*), y los resultados sugieren que el compuesto exhibió una excelente actividad antibacteriana contra *E. coli*. En este estudio de aplicación, fue demostrado que el compuesto CTS/C-Ag exhibe actividad antibacteriana sostenible y buena reutilización para el agua potable.

Zheng, et al (2019) estudiaron el biopolímero de quitosano magnético decorado con poli(4-vinilpiridina) (VMCP), como absorbente y reductor, este fue preparado y usado para eliminar el cromo hexavalente (Cr (VI)) de la solución acuosa. Se investigaron la cinética, las isotermas y la termodinámica de la adsorción de Cr (VI) en VMCP. En los resultados fue mostrado que la capacidad máxima de adsorción en monocapa de VMCP era 344.83 mg/g, que fue considerablemente más alta que la mayoría de los adsorbentes informados. El mecanismo para la eliminación de Cr (VI) fue explorado en base a análisis XPS y FTIR. En conclusión, los mecanismos principales fueron la adsorción de Cr (VI) sobre la superficie de VMCP cargada positivamente y la reducción de Cr (VI) a Cr (III), seguido de la coordinación entre los átomos de Cr (III) y N.

Como teorías relacionadas se conceptualiza como contaminación, la sumatoria de uno o más agentes, ya sean químicos, físicos o biológicos, que no corresponde a un sistema o lugar (agua, aire, suelo), alterando sus condiciones (Méndez, 2019, p.27).

La Contaminación por metales pesados, son aquellos metales que poseen una densidad muy elevada, raras veces se les llama, también como metales traza, ya que su presencia en concentraciones menores a 1mg/L ocasionan transformaciones significativas en el medio en el que se encuentran (Méndez, 2019, p.27).

El plomo es un metal pesado, cuyo símbolo es Pb, número atómico 82 y peso atómico 207.19; sus valencias químicas normales son 2 y 4. Es parcialmente fuerte al ataque de los ácidos clorhídrico y sulfúrico, aunque se disuelve pausadamente en ácido nítrico y ante la presencia de bases nitrogenadas. Es anfótero, puesto que produce sales de plomo de los ácidos, como también sales metálicas del ácido plúmbico; y tiene la capacidad de formar varias sales, óxidos y compuestos organometálicos (Altamirano, 2015, p.22).

Bioadsorción, es un método de eliminación de compuestos en disolución empleando distintos tipos de biomasa muerta que interviene mediante tratamientos no metabólicos. Esta expresión hace referencia a un tipo de adsorción basado en el uso de una fase sólida, el adsorbente, que puede ser cualquier tipo de biomaterial o biomasa. El prefijo “bio” significa que el adsorbente es de procedencia biológico, es decir, la superficie de contacto con el contaminante será una matriz biológica (León, 2017, p. 15).

La bioadsorción es un tratamiento físico y químico que incorpora los fenómenos de absorción y adsorción de moléculas e iones. El método mencionado no es muy usual pero lo que le hace importante es que busca primordialmente la remoción de metales pesados en aguas residuales originarios de la parte industrial, utilizando como absorbente distintos materiales de fuente biológico, así como lo son: los hongos, algas, bacterias, productos agrícolas, cáscaras de frutas y algunos tipos de biopolímeros. Materiales de bajo precio y localizados en gran proporción en la naturaleza, así mismo, su cambio a biosorbente no es un procedimiento costoso (Tejada [et al.], 2015, p.4).

Diversos factores intervienen en el proceso de bioadsorción tales como la temperatura, tiempo de contacto, el pH, concentración inicial del metal y de la biomasa.

El pH del quitosano suele ser el factor más significativo en la biosorción de metales pesados. El valor que se tiene ayuda fuertemente en la solución, no sólo en el sitio de separación de

la superficie de la biomasa, sino también en la química de la solución de metales pesados: hidrólisis, complejación por ligandos orgánicos y/o inorgánicos, reacciones redox, precipitación, especies presentes del metal y la disponibilidad para la biosorción de los metales pesados. Los rangos de pH pueden cambiar en un sistema de biosorción durante la adsorción del metal en el quitosano. Esto hace que el estudio de la influencia sea más difícil. Por eso es necesario saber el empleo del pH, para investigar los mecanismos de biosorción de biosorbentes probados en quitosano para iones metálicos (Cañí, 2014, pp. 31-32).

La influencia de la temperatura como factor del proceso de adsorción no interviene en el rango de 20-35°C, pero a altas temperaturas como 50°C, pueden incrementar la capacidad de adsorción del biomaterial. Sin embargo, en otros casos pueden causar perjuicio a las células microbianas y posterior reducción de su capacidad de adsorción de iones metálicos (Ramos, 2017, p.30).

El tamaño de partícula es fundamental en los procesos de adsorción de metales, en particular en la capacidad de adsorción, ya que es bien sabido que, a medida que la dimensión de la partícula disminuye, el área superficial se incrementa, controlando así la interacción que tendrá con el metal, de esta manera se determina con qué efectividad el quitosano removerá dicho contaminante. El control sobre el tamaño de partícula, depende de las herramientas que se utilicen para la molienda, además de la técnica de tamizado, donde se pueden separar las partículas con base en el tamaño y posteriormente elegir el tamaño deseado (Altamirano, 2015, p.37).

La influencia de bioadsorbente, la dosis del biopolímero es el agente que va a impedir hasta cierto punto la concentración del metal que se adsorbe, mejor dicho, se tiene que usar la dosis correcta para lograr una mayor remoción, pero lo correcto es lograr a una relación de equilibrio, entre la cantidad de adsorbente y la concentración de metal (Baca, 2018, p. 18).

Con respecto a la influencia del tiempo en el tratamiento de adsorción está influenciado de manera interviniente con el tiempo puesto que se desarrolla el proceso en las primeras dos horas y luego se mantiene constante (Baca, 2018, p. 19).

La quitina es el segundo polímero más cuantioso de la naturaleza luego de la celulosa. En estado sólido tiene un color blanquecino. Posee propiedades de biocompatibilidad, antimicrobiano, hemostático, antiinflamatorio, antioxidante, mucoadhesivo, analgésico, no

tóxico, adsorbente, antihipertensivo, anticolesterolémico, anticancerígeno y antidiabético (Tandaypan, 2019, p. 22).

Se localizan en los caparazones de crustáceos y conchas; camarón, en esqueletos de moluscos, y algunos artrópodos; y en las paredes celulares de varios hongos (Altamirano, 2015, p. 23).

El quitosano es un biopolímero oriundo que se adquiere mediante de la quitina, se encuentra en gran cantidad en la naturaleza después de la celulosa, lo cual lo transforma en recursos sustituibles importantes, ya que es uno de los compuestos orgánicos más abundantes sobre la tierra (Mendez, 2019, p. 36)

Este procedimiento es usado a nivel industrial y se basa en la adquisición de la quitina en diferentes pasos, en el cual se usan reactivos concentrados.

Lavado, molienda y tamizado, se trata en separar las proteínas y carnosidades que se encuentran unidas a las superficies interiores de los exoesqueletos con agua pura o con un agente corrosivo como el NaOH en bajas concentraciones y temperatura ambiente. Esto permite quitar todo el mal olor de los caparazones. Después se deja secar hasta que el peso sea constante (Tandaypan, 2019, p.25).

La desacetilación de la quitina se lleva acabo normalmente por la hidrólisis de los grupos acetamida. Comúnmente este procedimiento se realiza en fase heterogénea con soluciones concentradas de NaOH o KOH (entre un 30 y un 50%) y temperaturas superiores a 100°C, en atmosfera inmóvil (Tandaypan, 2019, p.33).

En el Marco Legal se tiene a la Constitución Política del Perú. Que, el numeral 22 del artículo 2° manifiesta que todo individuo cuenta con el derecho a disfrutar de un ambiente equilibrado e idóneo para el desarrollo de su vida; Ley General del Ambiente. Ley N° 28611, todo ser humano tiene el derecho inquebrantable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de preservar el ambiente, así como a sus elementos asegurando específicamente la salud de los seres vivos en forma colectiva e individual, la preservación de la diversidad biológica, el beneficio sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del Perú; Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, referido al papel que cumple el Estado en materia ambiental, acondiciona que éste a través de sus entidades y órganos correspondientes proyecta y utiliza, entre otros, las normas que sean convenientes para

asegurar el real ejercicio de los derechos y la ejecución de las obligaciones y responsabilidades abarcadas en dicha Ley. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se admiten las disposiciones para su aplicación. Y por último Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y constituyen disposiciones complementarias para su aplicación: Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM; como se muestra en el anexo 2.

El trabajo presento como problema general ¿Cómo se usa el quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019?; así mismo los problemas específicos son; ¿Cuáles son las características químicas del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019?, ¿Cuáles son las características físicas del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019? y ¿Cuál es la dosis óptima del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019?.

La justificación del trabajo a nivel social mejorará la calidad del agua de la laguna Yanamate, lo cual está afectada por las mineras que se encuentran a su alrededor como la empresa privada minera Volcan Cia , al mismo tiempo la población se verá beneficiada ya que podrá hacer uso de ello, ya sea para la crianza de los animales o también para regar las plantas ; así mismo a nivel económico la aplicación del bioadsorbente quitosano en aguas genera ventajas económicas ya que es una técnica de bajo costo a diferencias de otras técnicas tradicionales y con ello la población gozaría de un recurso aprovechable y en lo ambiental con el uso del tratamiento del quitosano se mejorará la calidad de agua de la laguna Yanamate, gracias a ello la población aledaña puede usar dicho recurso para sus ganados e incluso para el consumo humano. En lo tecnológico ayudará a la aplicación de otros métodos que existen sobre el tratamiento de aguas con coagulantes naturales.

Los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación guardan relación con los problemas que se plantearon, teniendo como objetivo general: Determinar el uso del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019, así mismo los objetivos específicos son, identificar las características químicas del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019, identificar las características físicas del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019 y por último determinar la dosis óptima

(2mg/L, 4mg/L y 6mg/L) del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019.

De esta manera se planteó la hipótesis general: El uso del quitosano logró la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019, y como hipótesis nula el uso del quitosano no logró la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019; así mismo se determinaron las hipótesis específicas las cuales son: Se puede determinar las características químicas del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019, se puede determinar las características físicas del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019 y por último, la dosis óptima del quitosano será de 6mg/L para la remoción plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Es aplicada con enfoque cuantitativo, puesto que se manipula la variable para la obtención de un producto, es así que el estudio pretende usar el quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate que está siendo contaminada por la minera Volcan Cia., Cerro de Pasco, 2019. (López, 2012, p. 22).

Diseño de investigación

El diseño es experimental con pre-prueba y post prueba.

Es experimental es cuando se manipulan una o más variables independientes, para interpretar los efectos que se tienen sobre la o las variables dependientes en una investigación científica (Hernández, 2010, p. 12).

Nivel de Investigación

Es explicativo, tiene como función principal otorgar respuesta a los sucesos que se presentaron, siendo físicos o sociales. Siendo más claros este nivel quiere indicar el motivo del inconveniente y las circunstancias en él se presentarán. (Sampieri et al., 2006, p. 109).

Variables Operacionalización

-Variable independiente

Uso del quitosano.

-Variable dependiente

Remoción de plomo

Matriz de Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Uso del quitosano.	Méndez (2019) afirma que el quitosano es un biopolímero oriundo que se adquiere mediante de la quitina, el cual es uno de los biopolímeros más cuantioso en la naturaleza después de la celulosa, lo cual lo transforma en recursos sustituibles importantes, ya que es uno de los compuestos orgánicos más abundantes sobre la tierra (p. 36).	Se realizó una selección de caparzones de cangrejo para la obtención del biopolímero, además se medió las características fisicoquímicas del quitosano, y la dosis óptima en el laboratorio.	Características químicas del quitosano	pH	0-14
				Ceniza	g
				Humedad	%
			Características físicas del quitosano	Tamaño de partícula	µm
				Color	-
				Peso	g.
			Dosis del quitosano	2	mg/L
				4	mg/L
				6	mg/L
Remoción de plomo.	El plomo es relativamente tenaz al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico, aunque se disuelve con lentitud en ácido nítrico y ante la presencia de bases nitrogenadas. De igual forma es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico; también tiene la capacidad de formar muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos (Altamirano, 2015, p.22).	La concentración del plomo, se midió antes y después de los tratamientos con el quitosano, mediante el espectrofotómetro UV. Se determinaron los parámetros fisicoquímicos del efluente tratado en cada uno de los tratamientos.	Características físicas del agua antes y después	Olor	-
				Color	Pt Co
				Turbidez	UNT
			Características químicas del agua antes y después	pH	0-14
				Conductividad Eléctrica	µS/cm
				Temperatura	°C
				DBO ₅	mg/L
				DQO	mg/L
				Oxígeno disuelto	mg/L
			Eficiencia	Concentración Inicial de plomo	mg/L
Concentración final de plomo	mg/L				

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variable

Fuente: Elaboración propia

2.2 Población, muestra y muestreo

La población del estudio comprende toda el agua de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, presenta una longitud aproximadamente de 2.7 km y 0.5 a 1.0 km de ancho. Tiene un nivel de espejo 2.6km² a la elevación superficial existente de 4,358.4msnm. En la Figura 1 se muestra la ubicación de la laguna Yanamate.



Figura 1. Ubicación de la laguna Yanamate.

Fuente: Ubicación de la laguna. Captura Google Maps

En la Tabla 1 se muestra las coordenadas UTM de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco.

Tabla 2. *Coordenadas UTM del lugar de estudio*

COORDENADAS UTM	
Este	0363663
Norte	8815268
T°	9.4 °C
Hora	12.30 pm

Fuente: Elaboración propia

Se recolecto una muestra de 35 litros de agua de la laguna Yanamate. Las muestras fueron guardadas en recipientes para su transporte y conservando en un cooler.

Las muestras se recogieron en envases de 500 ml limpios, lavados, esterilizados, etiquetados y conservados respectivamente. Para la recolección de la muestra se realizó a una profundidad de 40cm aproximadamente, en la columna de agua como se menciona en el protocolo fijado por la Autoridad Nacional del Agua (2011).

Se recolecta una muestra aleatoria manual de una descarga introduciendo un recipiente corriente abajo de la descarga con la abertura del recipiente en dirección aguas arriba. En la mayoría de casos, el mismo recipiente para la muestra puede ser usado para recolectarla. Si el lugar de muestreo es menos accesible, puede ser necesario utilizar una cubeta debidamente acondicionada para recolectar la muestra. Al realizar el trabajo en campo se debe tener mucho cuidado al transferir la muestra de un cubo a un recipiente (este método no debe usarse para muestras de aceites y grasas ni fenoles). La muestra se debe tomar del centro horizontal y vertical del canal. También se debe evitar remover los sedimentos que se encuentran en el fondo del canal o acopiar residuos que no sean característicos de la descarga. En todo el trabajo de recolección se debe tomar precaución de seguridad.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Se empleó la observación y medición directa. Siguiendo el protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales de la Dirección General de Salud Ambiental (2007) donde se menciona que “para la recolección de muestras en lagos y pantanos, debe evitarse la existencia de espuma superficial, la toma de muestras, se realiza en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico. También se considera un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza), esto permitirá la expansión de la muestra.

El instrumento que se utilizó para la recopilación de datos es la ficha de Observación y Hoja de custodia, en el cual se hace el llenado de los datos para poder ver la recolección y registro de los cambios dados por la manipulación de las variables, los cuales se darán en los tratamientos de 2mg/L, 4mg/L y 6mg/L de aplicación de quitosano a base de caparazones de cangrejo en aguas de la laguna Yanamate, en donde los cambios se notarán mediante la capacidad de mejorar de la calidad de agua.

En la Tabla 3 se muestra la validación del estudio de investigación, se realizó frente al criterio de 3 expertos en el tema a investigar, los cuales evaluaron el trabajo con un promedio de 86.6% el cual se detalla a continuación:

EXPERTO	% DE VALIDEZ	ESPECIALIDAD	CIP
Alfaro Rodrigues Carlos Humberto	80%	Ingeniero Químico	37913
Benites Alfaro Elmer	95%	Ingeniero Químico	71998
Soriano Maldonado Alexandra	88.5%	Ingeniero Químico	34789

Tabla 3. Validación de expertos.

Fuente: Elaboración propia

2.3.1 Confiabilidad

Un instrumento se considera legítimo cuando se mide la variable que se busca estudiar mediante un proceso determinado, y es confiable, cuando arroja los mismos resultados al ser medido muchas veces en distintos intervalos de tiempo, ya sea para un individuo u objeto (Hernández [et al.], 2010, pp.200-201).

La confiabilidad de nuestro estudio de investigación es la muestra de resultados verídicos y confiables, ya que los análisis de cada muestra se realizan en laboratorio certificado por INACAL. Además, los instrumentos de medición están calibrados y certificados.

2.3.2 Metodología del experimento

El desarrollo del proyecto se realizó en el laboratorio de biotecnología de la Universidad privada César Vallejo, donde se evaluó el pH óptimo, la dosis ideal del quitosano para la adsorción del plomo, los resultados obtenidos fueron llenados en una ficha de recopilación de datos independiente una de otra; así mismo el tiempo de duración fue de 3 meses con el tratamiento de la aplicación del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate Cerro de Pasco 2019.

2.3.3 Materiales y equipos

Materiales

- Vasos de precipitados de 100, 500 y 1000 ml
- Embudos de vidrio

- Piseta
- Envases de polietileno de 500 ml
- Fiolas de 50, 500 y 1000 ml
- Propipeta
- Soportes universales
- Varilla de vidrio
- Papel filtro
- Pipetas de 1, 5 y 10 ml
- Probetas de 50 y 100 ml
- Luna de reloj.

Equipos

- pH metro portátil
- Floculador- test de jarras
- Estufa
- Agitador magnético
- Balanza analítica
- Espectrofotómetro UV
- Mufla

Reactivos

- Ácido clorhídrico al 37% HCl (l)
- Hidróxido de sodio NaOH (s)
- Ácido nítrico al 68% HNO₃ (l)
- Ácido sulfúrico al 98% H₂SO₄ (l)
- Alcohol puro 96°

2.4 Procedimientos

A) Elaboración del bioadsorbente quitosano

En la Figura 2 se observa el diagrama de flujo del procedimiento para la obtención del quitosano a base de capazanones de cangrejo.

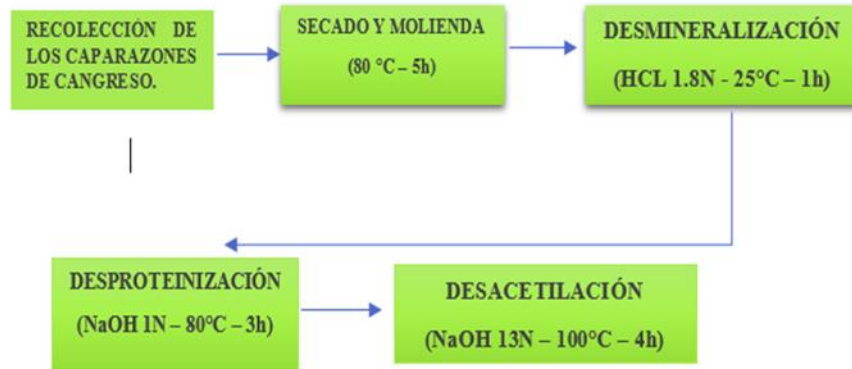


Figura 2. Diagrama de flujo de la obtención del quitosano.

a.1 Acopio de la materia prima

En la Figura 3 y 4 se observa la recolección de los caparazones de cangrejo provenientes de mercados y restaurantes, se lavan con abundante agua o con un agente corrosivo como el NaOH en bajas concentraciones y temperatura ambiente para así eliminar los residuos adheridos a los caparazones. También permite reducir el olor fétido de los caparazones, como se muestra en las figuras a continuación:



Figura 3. Recolección de los caparazones del cangrejo



Figura 4. Lavado de los caparazones del cangrejo

a.2 Secado y molienda:

En la Figura 5 y 6 se observa a los caparazones dentro de la estufa para así proceder al secado a 90°C por 4 horas. Una vez que las caparazones estén libres de humedad se procedió a triturar y tamizar hasta obtener un tamaño de partícula de 500 µm, esto se muestra a continuación.



Figura 5. Los caparazones secados en una estufa a 90 °C por 4 horas



Figura 6. Tamizado hasta un tamaño de partícula de 500 µm.

a.3 Desmineralización

En la Figura 7 y 8 se observa la preparación de la solución de ácido clorhídrico a una concentración de 1,8 N para poder quitar los minerales como el carbonato de calcio (CaCO_3) y el fosfato de calcio $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ encontrados en los caparazones de cangrejo, luego se trabaja con 108g. de caparazones molidos y tamizados con 250 ml de ácido clorhídrico sometidos en agitación constante por una hora a temperatura ambiente (25°C), más adelante se realiza el lavado de la biomasa con abundante agua destilada hasta tener un pH neutro y finalmente se realiza el filtrado, esto se muestra a continuación:

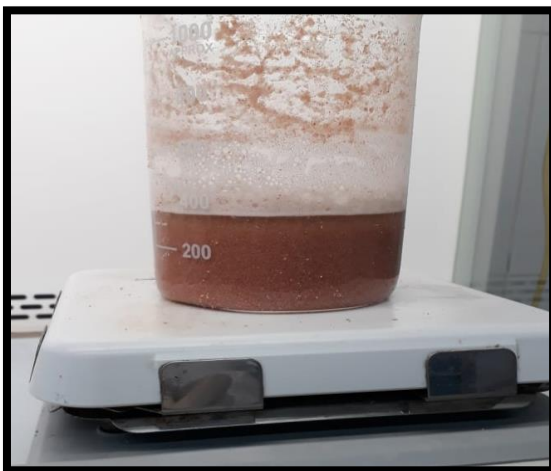


Figura 7. Agitación constante de los 80g de caparazones de cangrejo junto con ácido clorhídrico



Figura 8. Lavado de la biomasa con abundante agua destilada

a.4 Desproteinización

En la Figura 9 se observa la preparación de la solución de hidróxido de sodio a una concentración de 1N, con el fin de eliminar las proteínas. El sólido que se obtiene de la fase anterior se disuelve en 500 ml de hidróxido de sodio, sometido a una agitación constante por tres horas a temperatura de 80°C. Después, se lava la biomasa con abundante agua destilada hasta llegar a tener un pH neutro y finalmente se procede al filtrado, como se muestra continuación:



Figura N° 9: Lavado de la biomasa con abundante agua destilada

a.5 Desacetilación

En la Figura 10, 11 y 12 se observa la preparación de la solución de hidróxido de sodio a una concentración de 13 N. El sólido que se obtiene de la fase anterior se disuelve en 500 ml de hidróxido de sodio sometido en agitación constante por cuatro horas a temperatura de 100 °C. Luego, se lava el sólido con abundante agua destilada hasta obtener un pH neutro y se procede con el filtrado. Por último, se lleva a una estufa a 100°C durante 4 horas para el secado y de esa manera se obtiene el quitosano, lo cual se muestra a continuación:



Figura 10. El sólido obtenido disuelto con hidróxido de sodio sometido en agitación constante.



Figura 11. Lavado de la biomasa con abundante agua destilada

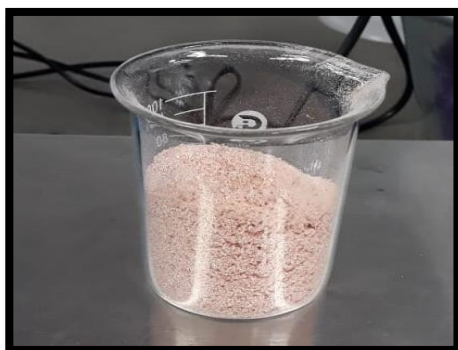


Figura 12. Obtención del quitosano

B. Obtención del agua contaminada

En la Figura 13 y 14 se observa la laguna Yanamate, que se encuentra situado a 15 Km. al SE de la ciudad de Cerro de Pasco, perteneciente políticamente al distrito de Simón Bolívar, provincia y región de Pasco. Luego se recolecta una muestra representativa de la laguna, fueron recogidas en un periodo de un día, en intervalos de cada media hora, recolectando 5 litros. Finalmente, las muestras se homogenizarán para obtener un patrón representativo de la laguna.



Figura 13. Laguna Yanamate – Cerro de Pasco



Figura 14. Recolección de las muestras de agua.

En la Figura 15, 16 y 17 se muestran el uso del multiparametro con el cual se mide pH, el oxígeno disuelto, la temperatura y la conductividad eléctrica.

Por otro lado, al obtener la muestra representativa se llevarán al laboratorio para realizar los siguientes análisis:

- Olor
- Color
- Turbidez
- DBO₅
- DQO
- Concentración Inicial de plomo



Figura 15. Medición de las características químicas del agua.



Figura 16. Medición del pH del agua.



Figura 17. Medición del OD del agua.

C. Preparación del tratamiento e introducción del quitosano

En la preparación del tratamiento e introducción del quitosano, en primer lugar, se realizó la homogeneización con las diferentes dosis establecidas; siendo 0mg/L el punto de control, 2 mg/L, 4mg/L y 6mg/L.

D. Tratamiento de las aguas contaminadas por plomo

Para llevar a cabo el uso del quitosano para remover plomo, el valor inicial fue de 19.74 mg/L el cual superó el estándar de calidad ambiental establecido por el Ministerio del ambiente.

Se realizó la parte experimental con tres diferentes concentraciones de quitosano, se empezó con 0 mg/L que es el punto control, 2mg/L, 4mg/L y 6mg/L. Estas muestras se repartieron en tres jarras de 1L para cada tratamiento establecido y 1 para el punto de control. Las jarras con las muestras fueron colocadas en un test de Jarras a una velocidad de 100 rpm y se tomó 3 muestras de cada jarra incluyendo el punto de control en tiempos iguales y después se realizará el tratamiento con el test de jaras.

Los tiempos de toma de muestra fueron de: 2; 7; 12; minutos. Cada muestra obtenida se puso en tubos cónicos para que con ello el quitosano se sedimente y se pueda enviar las muestras respectivas al laboratorio.

Al final se realizará los análisis de espectrometría y con verificar los siguientes parámetros:

- Olor
- Color
- Turbidez
- pH
- Conductividad Eléctrica
- Temperatura
- DBO₅
- DQO
- Oxígeno disuelto
- Concentración final de Plomo

2.4.1.1 Parámetros a evaluar

Se evaluará en el trabajo de investigación lo siguiente:

2.4.3.3 Características físicas del agua antes y después

- Olor
- Color
- Turbidez

2.4.3.4 Características químicas del agua antes y después

- pH
- Conductividad Eléctrica
- Temperatura
- DBO₅
- DQO
- Oxígeno disuelto
- Concentración final de plomo

2.4.3.5 Tratamiento a usar

Tratamiento 1: Quitosano 2 mg/L

Tratamiento 2: Quitosano 4 mg/L

Tratamiento 3: Quitosano 6 mg/L

2.5 Método de análisis de datos

Se realizó bajo el diseño de completamente al azar, el cual consiste en designar de forma aleatoria los tratamientos a las unidades experimentales. Aquí se hará un punto control y 3 tratamientos con 3 repeticiones de cada uno más uno que será el punto de control.

Modelo aditivo lineal: $Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$

$i = T_1, T_2, T_3$

$j = R_1, R_2, R_3$

Y_{ij} = Efecto del i -ésimo tratto de la j -ésima repetición

u = Medida poblacional

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental

El diseño experimental se distribuirá tal como se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4. *Diseño Experimental*

1 T2	2 T1	3 T2
4 T3	5 T2	6 T3
7 T1	8 T1	9 T3

Fuente: Elaboración propia

2.6 Aspectos éticos

Como se presenta en la declaración de autenticidad, el estudio cumple con el método científico, presentando datos verdaderos que pueden ser comprobados siguiendo la metodología empleada en la investigación. Se rige bajo el código de ética, el reglamento de investigación y Resolución Rectoral N° 0089-2019/UCV de la Universidad César Vallejo. Además, se respeta la propiedad intelectual de cada autor, ya que se cita adecuadamente al estilo ISO 690 y 690-2. Asimismo, pasa por la prueba de autenticidad por medio del programa turnitin.

III. RESULTADOS

a. Características químicas del quitosano

Las características químicas del quitosano fueron evaluadas en el laboratorio de la universidad Cesar Vallejo de Lima Este y los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. *Características químicas del quitosano*

pH	7.3
Humedad	61.65%
Ceniza	27.01 g.

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 5 se mostró que el pH obtenido del quitosano fue de 7.3, este dato se logró gracias al uso del pHmetro, lo cual fue medido al final de todo el proceso; de igual forma se tuvo un peso inicial de los caparazones del cangrejo con humedad, esto permitió hallar el porcentaje de humedad que dio como resultado un 61.65%; así mismo se halló que 27.01 g. es ceniza.

b. Características físicas del quitosano

Las características físicas del quitosano fueron obtenidas a partir del proceso de tamizado, desmineralización, desproteinización y desacetilación, debido a ello se obtuvo los siguientes resultados, tal como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. *Características físicas del quitosano*

Tamaño de partícula	500 μm
Color	Naranja Bajo
Peso	138.09 g.

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 6 se mostró que el tamaño de partícula fue de 500 μm , un color naranja bajo, los cuales fueron consultados con 5 testigos y coincidieron en elegir el color y por último el peso final que se obtuvo fue de 138.09 g. libres de humedad.

c. Características físicas del agua

Los resultados de las características físicas del agua que se obtuvo antes del tratamiento fueron analizados en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo – Lima Este y se alcanzaron los siguientes resultados, tal como se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. *Valores iniciales del agua*

Características físicas del agua	
Olor	Azufre quemado
Color	494 Pt Co
Turbidez	5.31 NTU

Fuente: Elaboración propia

i. Determinación de las características físicas del agua tratada

Estos resultados fueron obtenidos después del tratamiento según los indicadores de la matriz de operacionalización, tal como se detalla en lo siguiente:

- **Olor**

El olor que se obtuvo después del tratamiento fue variando de acuerdo a la dosis agregada, dando como resultado que la dosis de 6 mg/L otorgó un olor menos leve a azufre quemado.

- **Color**

Los valores del color del agua después de realizar el tratamiento se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. *Valores del color después del tratamiento*

Color (Pt Co)				
	Punto de control	T1	T2	T3
R1	494	372	357	272
R2	494	357	280	128
R3	494	412	295	229
\bar{x}	494	380.33	310.67	209.67

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 8 se demostraron que en promedio que T1 tiene un valor de 380.33 Pt Co, el T2 tiene un valor de 310.67 Pt Co, por último, T3 tiene un valor de 209.67 Pt Co, resultando ser más eficiente el T3, debido a que logró reducir el color en un promedio de 209.67 Pt Co.

En la Tabla 9 se muestran, que al someter al análisis de varianza (ANVA) el color, se observó que tiene una diferencia significativa, es decir que existe diferencia entre los tratamientos para obtener un color aceptable del agua.

Tabla 9. Análisis de varianza (ANVA) del agua tratada (color)

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrado	cuadrado medio	F Value	Pr >F
Tratamiento	2	44181.5556	22090.7778	8.35	0.0185
Error	6	15878	2646.33333		
Total	8	60059.5556			
CV	17.13 %				

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la prueba de contraste de Tukey (Tabla 10 y Figura 18) se observa que estadísticamente T1 es igual a T2; así mismo el mejor tratamiento para disminuir el color es T3 dando como resultado 209.67 Pt Co.

Tabla 10. Prueba de contraste Tukey para el color

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	380.33	T1
B - A	310.67	T2
B	209.67	T3

Fuente: Elaboración propia

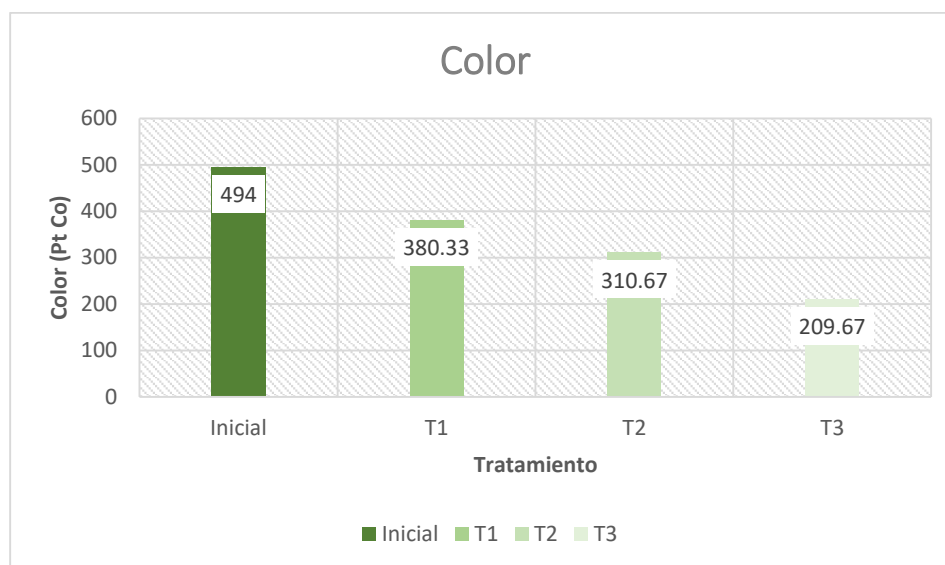


Figura 18 Resultados de laboratorio del color del agua

Fuente: Elaboración propia

2. Turbidez

Los valores de la turbidez del agua después de realizar el tratamiento se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Valores de la turbidez después del tratamiento

	Turbidez (UNT)		
	T1	T2	T3
R1	1.20	0.45	2.03
R2	1.50	0.38	1.76
R3	1.72	0.57	1.95
\bar{x}	1.47	0.47	1.91

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 11 se observó en promedio que T1 tiene un valor de 1.47 UNT; así mismo el T2 tiene 0.47 UNT; por último, T3 tiene un valor de 1.91 UNT, por lo tanto, el tratamiento más eficiente fue T2 con un valor en promedio de 0.47 UNT, ya que redujo un gran porcentaje la turbidez.

Tabla 12. Análisis de varianza (ANVA) del agua tratada (Turbidez)

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	3.29982222	1.64991111	51.24	0.0002
Error	6	0.1932	0.0322		
Total	8	3.49302222			
CV	13.97 %				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12 se mostró el análisis de varianza (ANVA) para la turbidez y se observó que los resultados tienen una diferencia significativa, esto indica que los tratamientos no son iguales para obtener una mejor reducción de turbidez.

Al realizar la prueba de contraste de Tukey tal como se muestra en la Tabla 13 se observa que estadísticamente T3 es igual a T1, pero son diferentes a T2. Así mismo en la Figura 19, se observa que T2 fue capaz de disminuir la turbidez a un valor 0.47UNT, esto indica que se obtiene una mejor claridad de agua.

Tabla 13. Prueba de contraste Tukey para la turbidez

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	1.9133	T3
A	1.4733	T1
B	0.4667	T2

Fuente: Elaboración propia

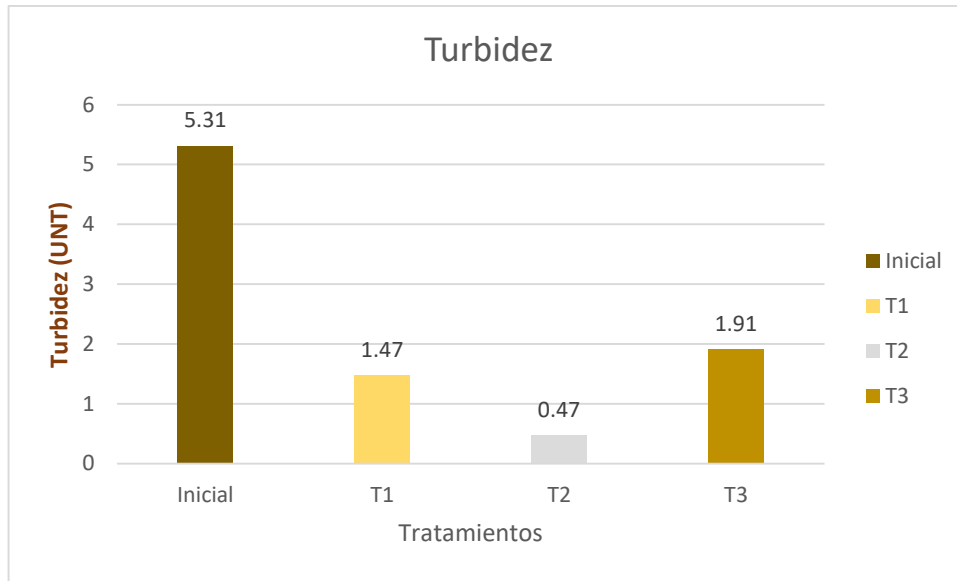


Figura 19. Resultados de laboratorio de la Turbidez

d. Características químicas del agua

Tabla 14. Valores iniciales del agua

Características químicas del agua	
A. Ph	1.05
B. Conductividad Eléctrica	5200 $\mu\text{S}/\text{cm}$
C. Temperatura	9.4 $^{\circ}\text{C}$
D. DBO ₅	358 mg/L
E. DQO	780 mg/L
F. Oxígeno disuelto	0.76 mg/L

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las características físicas del agua que se obtuvieron antes del tratamiento se detallan en la Tabla 14 y se analizaron el pH, el oxígeno disuelto y la temperatura in situ, el DBO₅, el DQO y la conductividad eléctrica fueron analizados en el laboratorio de biotecnología de la universidad César Vallejo – Lima Este.

- A. El pH no se encuentra dentro del rango establecido por el ECA Agua (ECA: 6,5 a 9,0); se debe a las descargas mineras y domésticas de las mineras que se encuentran alrededor de la laguna Yanamate, por lo tanto, ocasionan contaminación en las aguas de la laguna ya mencionada.
- B. La conductividad eléctrica sobrepasa el rango establecido por el ECA agua (ECA: 1 000); se debe a la presencia de metales.

- C. En el punto de muestreo se presentó una temperatura baja la cual se debe por la climatología propia de cada zona. ECA Agua (ECA: $\Delta 3$).
- D. La Demanda Bioquímica de Oxígeno no se encuentra dentro del rango establecido por el ECA Agua (ECA: 5 mg/L), se debe a que el agua está contaminada por minerales, mientras mayor sea la contaminación, mayor será la DBO₅.
- E. La Demanda Química de Oxígeno no se encuentra dentro del ECA Agua, sin embargo, por antecedentes se concluye que presenta un DQO alto, esto quiere decir que el agua está contaminada.
- F. El Oxígeno Disuelto no se encuentra dentro del rango establecido por el ECA Agua (ECA: ≥ 5 mg/L), se debe a que el agua es muy acida y por lo tanto no hay oxígeno, y no hay vida acuática.

3.4.1 Determinación de las características químicas del agua tratada

Estos resultados son obtenidos después del tratamiento del agua según los indicadores de la matriz de operacionalización, tal como se detalla en lo siguiente:

1. pH

Los valores del pH del agua después de realizar el tratamiento se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Valores del color después del tratamiento

	pH		
	T1	T2	T3
R1	3.70	5.46	6.05
R2	4.10	4.69	5.89
R3	4.23	5.38	6.15
\bar{x}	4.01	5.18	6.03

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 15 los valores del pH se observaron que en promedio T1 otorga un valor de 4.01; así mismo T2 tiene un valor de 5.18 y T3 tiene un valor de 6.03, por ende, el tratamiento con mejores resultados en promedio fue T3 dando un resultado de pH 6.03.

Tabla 16. *Análisis de varianza (ANVA) del agua tratada (pH)*

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	6.16968889	3.08484444	33.93	0.0005
Error	6	0.54546667	0.09091111		
Total	8	6.71515556			
CV	5.94 %				

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 16, se realizó el análisis de varianza (ANVA) para el pH, los resultados tienen una diferencia significativa, lo cual indica que los tratamientos no son iguales para obtener un mejor pH.

Tabla 17. *Prueba de contraste Tukey para el pH*

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	6.03	T3
B	5.1767	T2
C	4.01	T1

Fuente. Elaboración propia

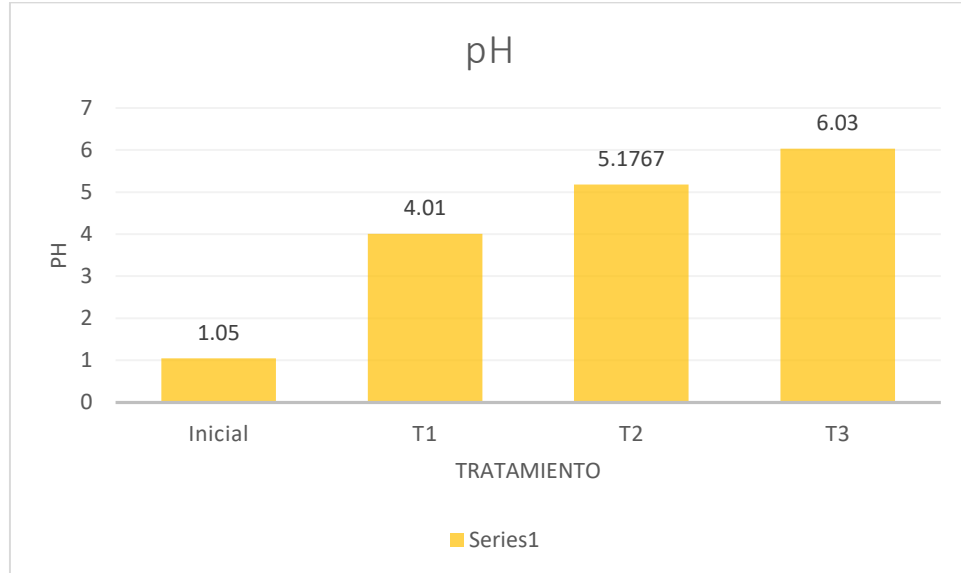


Figura 20. Resultados del laboratorio del pH

Al realizar la prueba de contraste de Tukey (Tabla 17 y figura 20) se observó que el tratamiento que aumento más el pH fue T3 dando un valor de 6.03, lo cual indica que se obtiene una mejor calidad de agua; así mismo en la tabla 15 manifiesta que estadísticamente los tratamientos son distintos y se obtendrá distintos valores de pH del agua.

2. Conductividad eléctrica

Los valores de la Conductividad Eléctrica del agua después de realizar el tratamiento se muestran en la tabla 18.

Tabla 18. Valores de la conductividad eléctrica después del tratamiento

	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)		
	1	2	3
R1	2900.0	2800.0	1510.0
R2	3280.0	2960.0	1570.0
R3	3700.0	2760.0	1780.0
\bar{x}	3293.3	2840.0	1620.0

Fuente: elaboración propia

De la Tabla 18 los valores de la conductividad eléctrica se observaron que en promedio del T1 tiene un valor de 3293.3 $\mu\text{S/cm}$, T2 tiene un valor de 2840 $\mu\text{S/cm}$; así mismo dentro de T3 se aprecia que tiene como resultado 1620 $\mu\text{S/cm}$, por ende, el tratamiento más eficiente fue 1620 $\mu\text{S/cm}$ lo cual que en esto indica que a menor conductividad eléctrica será menor la presencia de metales.

Tabla 19. Análisis de varianza (ANVA) del agua tratada (CE)

Fuente de variación	grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	4493955.56	2246977.78	35.21	0.0005
Error	6	382866.667	63811.111		
Total	8	4876822.22			
CV	9.77%				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 19 se demostró que se realizó el análisis de varianza (ANVA) para la conductividad eléctrica del agua, posee una diferencia significativa, es decir que no existe igualdad entre los tratamientos para obtener una adecuado CE del agua, esto se da debido a que el nivel de significancia es menor a 0.05.

Tabla 20. Prueba de Contraste de Tukey para la CE del agua

Significancia	Promedio	Dosis
A	3293.3	T1
A	2840	T2
B	1620	T3

Fuente: Elaboración propia

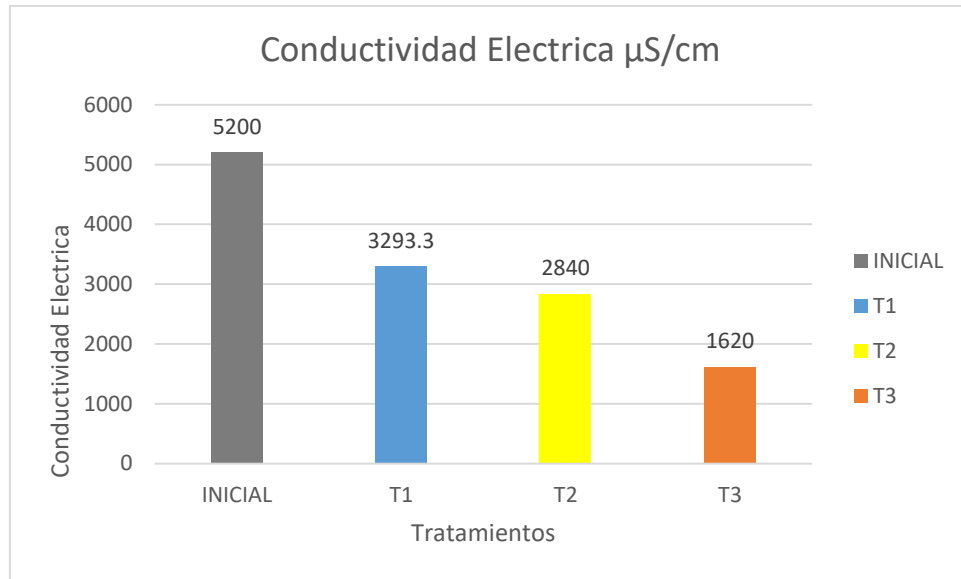


Figura 21. Resultados de la CE después del tratamiento

Al realizar la prueba de contraste de Tukey (Tabla 20 y Figura 21) se observó que los T1, T2 son iguales pero la T3 es diferente, no tiene la misma letra que el T1 y T2. Además, se observó que el T1 tiene 16833 $\mu\text{S/cm}$ de CE, T2 tiene 3293.3 $\mu\text{S/cm}$ de CE y el T3 tiene 1620 $\mu\text{S/cm}$ de CE. Siendo así, sea mayor la adición de quitosano en porcentaje los valores de la conductividad eléctrica van disminuyendo en el agua.

ii. Temperatura

Los valores de la temperatura del agua después de realizar el tratamiento se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. *Valores de la temperatura después del tratamiento*

	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)			
	T1	T2	T3	
R1	24	24.20	23.60	
R2	23.80	23.50	23.70	
R3	23.90	23.60	23.90	
\bar{x}	23.9	23.77	23.73	23.8

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 21 los valores obtenidos de la temperatura en promedio en el que se trabajó T1 fue 23.9 $^{\circ}\text{C}$, T2 23.77 $^{\circ}\text{C}$ y T3 a una temperatura de 23.73 $^{\circ}\text{C}$ promedio, por lo cual el promedio de los 3 tratamientos fue de 23.8 $^{\circ}\text{C}$, es la temperatura promedio en que se ha realizado los tratamientos.

Tabla 22. *Análisis de varianza (ANVA) del agua tratada (Temperatura)*

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	F Value	Pr > F
2	0.04666667	0.02333333	0.4	0.6892
6	0.35333333	0.05888889		
8	0.4			
Cv	1.02 %			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 22 se demostró que al someter al análisis de varianza (ANVA) para la temperatura del agua, se observó que existe una diferencia no significativa, es decir que existe igualdad entre los tratamientos para obtener la temperatura del agua.

Tabla 23. *Prueba de Contraste de Tukey para temperatura del agua*

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	23.9	T1
A	23.7667	T2
A	23.7333	T3

Fuente: Elaboración propia

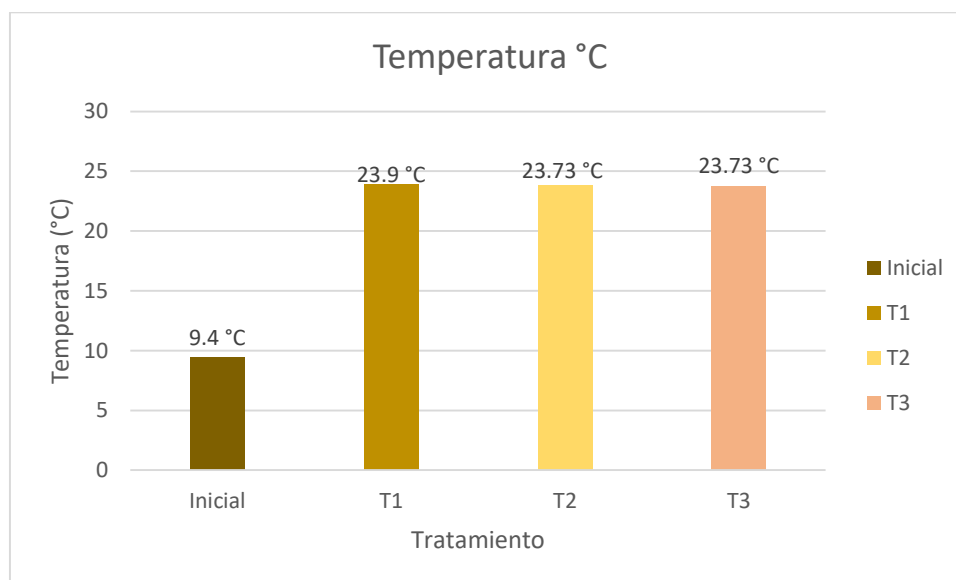


Figura 22. Resultados de laboratorio de la temperatura del agua

En la prueba de contraste de Tukey (Tabla 23 y Figura 22) se observa que la temperatura se mantiene en un promedio aproximado de 23°C.

iii. Demando Bioquímica de oxígeno

Los valores del DBO₅ del agua después de realizar el tratamiento se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24. Valores del DBO₅ después del tratamiento

DBO ₅ mg/L			
	T1	T2	T3
R1	24.5	18	15.6
R2	22	22.5	17.8
R3	23.7	19.5	14.6
\bar{x}	23.4	20	16

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 24 los valores del DBO₅ dentro del tratamiento 1 (T1) su promedio fue 23.4 mg/L, luego de T2 su resultado fue 20 mg/L y de T3 fue 16 mg/L, por lo cual el más eficiente fue T3 con un valor de 16 mg/L.

Tabla 25. Análisis de varianza de la agua tratada

Fuente de variación	grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	82.32	41.16	12.92	0.0067
Error	6	19.12	3.1866667		
Total	8	101.44			
CV	9.02 %				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25 se demostró que al realizar el análisis de varianza (ANVA) para la Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua, posee una diferencia significativa, es decir que no existe igualdad entre los tratamientos para obtener la DBO₅.

Tabla 26. Prueba de contraste de Tukey para el DBO₅ del agua

Significancia	Promedio	Dosis
A	23.4	T1
B - A	20	T2
B	16	T3

Fuente: elaboración propia

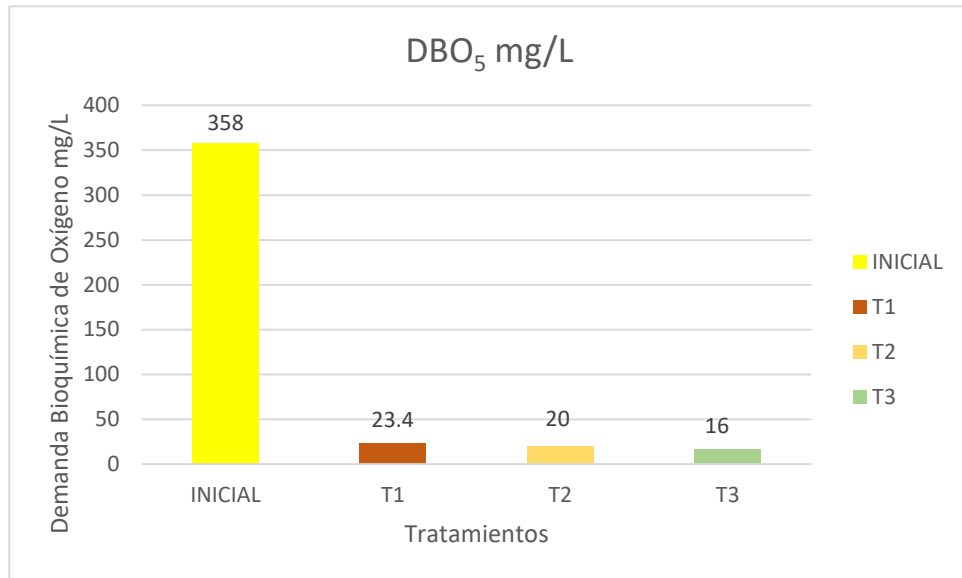


Figura 23. Resultados de laboratorio de la Demanda Bioquímica de oxígeno

Se realizó la prueba de contraste de Tukey (Tabla 26 y Figura 23) se observó que los 3 tratamientos no pertenecen a una misma agrupación porque tienen diferentes letras. Sin embargo, el mejor tratamiento es T3 con un promedio de 16 mg/L, el que le sigue es T2 con 20 mg/L. Al comparar con la concentración inicial muestra que existe una reducción de la demanda bioquímica de oxígeno.

iv. Demando química de oxigeno

Los valores del DQO del agua después de realizar el tratamiento se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27. Valores del DQO después del tratamiento

	DQO mg/L		
	T1	T2	T3
R1	22.4	18.5	19.5
R2	23.4	19	18
R3	21.6	22	17.8
\bar{x}	22.5	19.8	18.4

Fuente: elaboración propia

De la Tabla 27 los valores del DQO se muestran en promedio, como T1 con un valor de 22.5 mg/L; así mismo T2 tiene un valor de 19.8 mg/L, por último, T3 tiene un valor de 18.4 mg/L, siendo T3 el más eficiente con un valor de 18.4 mg/L.

Tabla 28. Análisis de varianza de la agua tratada

Fuente de variación	grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	25.1622222	12.5811111	7.18	0.0256
Error	6	10.52	1.75333333		
Total	8	35.6822222			
CV	6.54%				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 28 se demostró que al realizar el análisis de varianza (ANVA) para la Demanda Química del Oxígeno del agua, los resultados tienen una diferencia no significativa, es decir que existe igualdad entre los tratamientos para obtener la Demanda Química de Oxígeno del agua.

Tabla 29. Prueba de contraste de Tukey para DQO

Significancia	Promedio	Dosis
A	22.467	T1
B - A	19.833	T2
B	18.433	T3

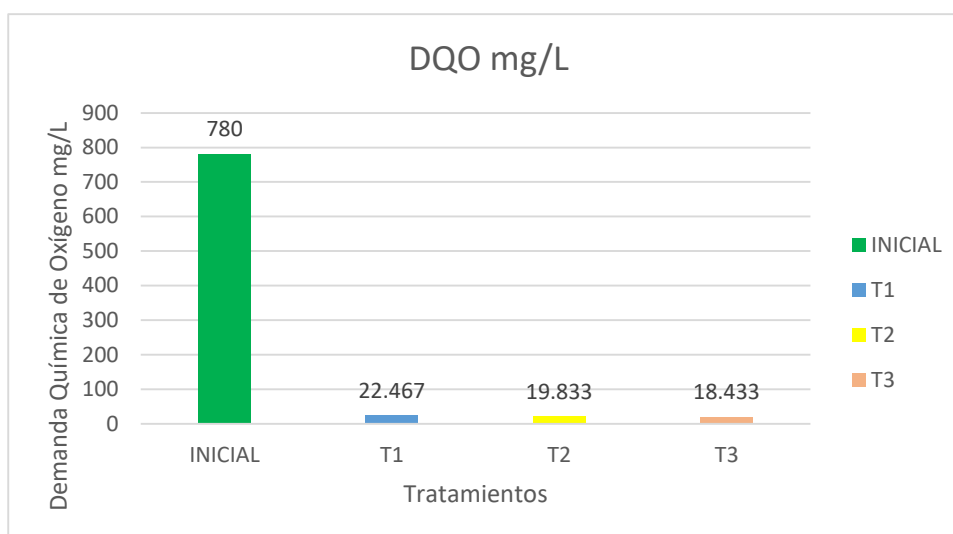


Figura 24. Resultados de laboratorio de DQO del agua

Al realizar la prueba de contraste de Tukey (Tabla 29 y Figura 24) se observó que los T1, T2 pertenecen a la misma agrupación porque tienen las mismas letras, y el T2 junto con el T3 también tienen las mismas letras. Además, se observó que el mejor tratamiento numéricamente es el T3 con 18.43 mg/L de DQO, luego le sigue con valores similares el T2 con 19.83 mg/L DQO y el T1 con 22.46 mg/L DQO. Respecto

al punto control se observó que va disminuyendo los valores del DQO según la adición de la dosis en mg/L de quitosano.

v. Oxígeno disuelto

Los valores del OD del agua después de realizar el tratamiento se muestran en la Tabla 30.

Tabla 30. *Valores de Oxígeno Disuelto después del tratamiento*

oxígeno disuelto (mg/L)			
	T1	T2	T3
R1	2.06	3.97	5.44
R2	2.63	3.83	5.03
R3	3.03	3.12	5.47
\bar{x}	2.57	3.64	5.31

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 30 los valores del oxígeno disuelto del agua dentro de T1 se tiene un valor promedio de 2.57 mg/l; así mismo dentro del tratamiento (T2) se tiene un valor de 3.64 mg/l; por último, en el tratamiento 3 (T3) se obtuvo como resultado un valor de 5.31 mg/l, por lo cual el más eficiente en elevar el oxígeno disuelto fue T3 con un valor de 5.31 mg/l.

Tabla 31. *Análisis de varianza para el oxígeno disuelto del agua tratada*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	11.4454222	5.72271111	33.94	0.0005
Error	6	1.01153333	0.16858889		
Total	8	12.4569556			

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 31 se demuestra que al llevar al análisis de varianza (ANVA) para el oxígeno disuelto del agua, se observa que existe una diferencia significativa, es decir que existe diferencia entre los tratamientos para obtener el oxígeno disuelto del agua.

Tabla 32. *Prueba de contraste de Tukey para el oxígeno disuelto*

Significancia	Promedio	Dosis
A	5.3133	T3
B	3.64	T2
C	2.5733	T1

Fuente: elaboración propia

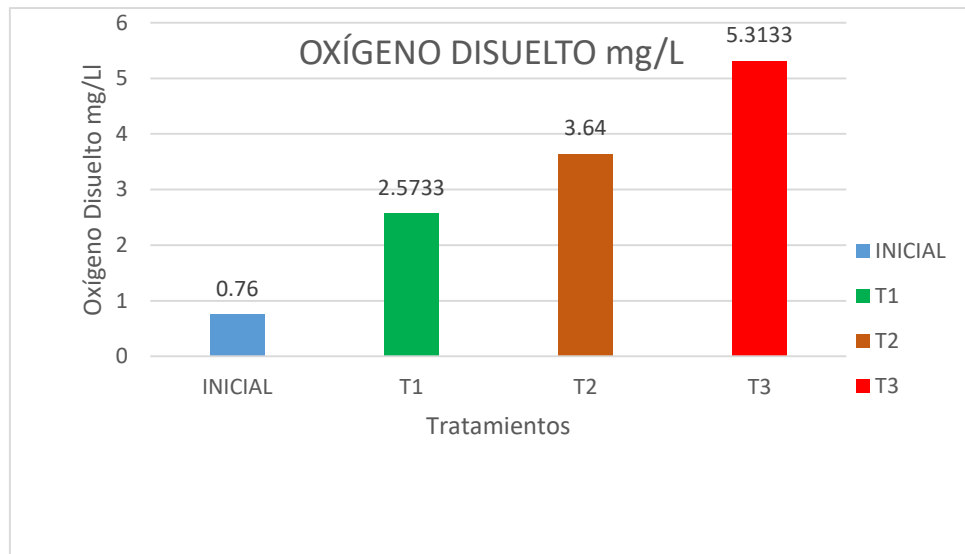


Figura 25. Resultados de laboratorio del oxígeno disuelto

Al realizar la prueba de contraste de Tukey (Tabla 32 y Figura 25) se observó que los tratamientos T3, T2 Y T1 pertenecen a diferentes agrupaciones porque tienen distintas letras, es decir existe diferencia significativa. El mejor tratamiento es el T3 con 5.313mg/L de oxígeno disuelto. Correspondiente al dato inicial se observa a mayor dosis de quitosano mejora la calidad del agua.

e. Eficiencia

El resultado de la concentración inicial de plomo fue en el laboratorio de biotecnología de la universidad Cesar Vallejo – Lima Este, tal como se detalla en la Tabla 33.

Tabla 33. Valores iniciales de plomo

Eficiencia		
Concentración inicial de plomo	19.74 mg/l	100%

Fuente: elaboración propia

3.5.1 Concentración de plomo

La concentración de plomo después del tratamiento fue analizada en la universidad Cesar Vallejo – Lima Este usando el equipo adsorción atómica, gracias a ello se obtuvo los siguientes resultados, tal como se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34. Valores de la eficiencia del quitosano después del tratamiento

	Concentración final de plomo (mg/L)			Eficiencia (%)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
R1	13.78	13.78	5.72	30.19	30.19	71.02
R2	15.57	15.57	8.41	21.12	21.12	57.40
R3	13.18	14.97	4.83	33.23	24.16	64.95
\bar{x}	14.18	14.77	6.32	28.18	25.16	67.99

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 34 se mostró que el valor promedio de T1 en la concentración final fue de 14.18 mg/L; así mismo su eficiencia fue 28.18%, en T2 el valor promedio de la concentración final fue de 14.77 mg/L y su eficiencia fue 25.16%, por último, el valor promedio de la concentración de T3 fue de 6.32 mg/L y su eficiencia fue el 67.99%. Por lo cual dentro de los tratamientos se observó que el más eficiente fue el tratamiento 3 (T3); ya que se redujo a un 6.32 mg/L; así mismo su eficiencia fue del 67.99%, es decir que del 100% de concentración de plomo que hubo al inicio se redujo un 67.99%.

Tabla 35. Análisis de varianza del agua tratada

Fuente de variación	grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	3648.62882	1824.31441	32.71	0.0006
Error	6	334.61867	55.76978		
Total	8	3983.24749			
CV	18.26 %				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 35 se demostro que al realizar el análisis de varianza (ANVA) para la eficiencia del quitosano se observó que existe una diferencia significativa, es decir que existe diferencia entre los tratamientos para que se dé la remoción de plomo.

Tabla 36. Prueba de contraste de Tukey para la eficiencia del quitosano

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	14.18	T1
B-A	14.77	T2
B	6.32	T3

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la prueba de contraste de Tukey como se mostró en la tabla 36, se deduce que en promedio T1 redujo a un valor de 14.18 mg/L, es decir que al agregar 2mg/l se obtiene este resultado; también se puede comparar con lo que se muestra en el gráfico 09, así mismo en T2 se obtuvo un resultado de 14.77 ppm

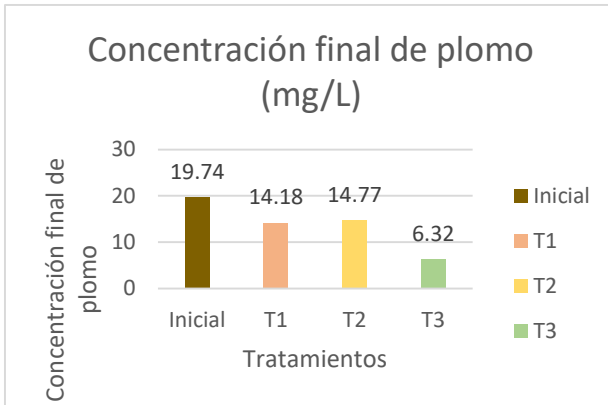


Figura 26 Concentración final de plomo

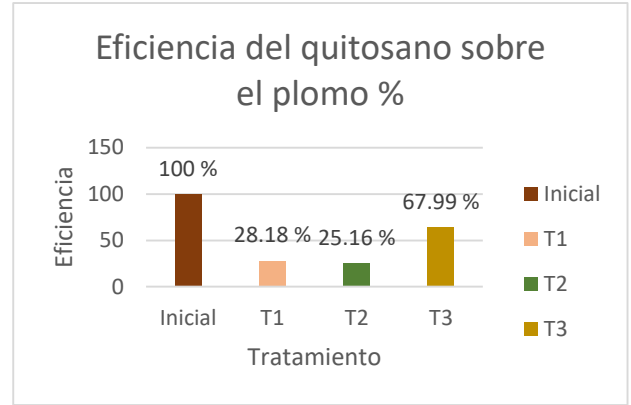


Figura 27 Eficiencia del quitosano sobre el plomo

De los tratamientos realizados, el más eficiente fue T3 con una reducción de 13.42 mg/L, ya que se obtuvo un valor final de 6.32 mg/L, tal como se mostró en el gráfico 09; así mismo tuvo una eficiencia del 67.99 %, es decir del 100% de plomo que hubo al inicio se redujo un 67.99%.

IV. DISCUSIÓN

El resultado inicial del agua en estudio fue determinado por los valores de los parámetros como pH 1.05, temperatura 9.4 °C, CE 5200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, OD 0.76mg/L, turbidez 5.31 NTU, DBO 358 mg/L, DQO 780 mg/L, resultados que permiten observar que se trata de aguas contaminadas por industrias mineras, el cual no puede ser aprovechado para el consumo de animales, regadío de plantas y hasta consumo humano, conocido este problema se desarrolló el presente trabajo con el fin de proponer un tratamiento y bajar los niveles de los contaminantes. Esto se corrobora en su investigación de Aytar, et al. (2014) donde menciona, sobre la biosorción de Pb (II) y Ni (II) de una biomasa fúngica aislada del drenaje de minas que se optimizó utilizando una metodología de superficie de respuesta mediante la alteración de parámetros como el pH, la concentración inicial de metales, tiempo de contacto y dosificación biosorbente.

El quitosano a partir de los caparazones de cangrejo, se recolecto de los restaurantes y mercados los cuales eran depositados muchas veces en las calles generando un problema ambiental, al activarlo como un biopolimero se debe usar en aguas ácidas o industriales, estos realizados en gran escala ayudaría muchos problemas en contaminación de aguas.

De la eficiencia de remoción podemos afirmar que el mejor tratamiento fue el 3 con un resultado de remoción de plomo con el quitosano de 67.99%, cabe mencionar que la dosis optima del biopolimero fue de 6 mg/litro de agua, la razón encontrada fue que a mayor dosis el biopolimero remueve mayor concentración del contaminante, esto se corrobora en el trabajo de Tayel, et al. (2016) que las perlas de quitosán se entrecruzaron con glutaraldehído (GLA) y etilenglicol diglicidil éter (EGDE) y el resultado fue que el filtro bioactivo, cargado con perlas de quitosán EGDE-A. niger, pudo reducir la concentración de metales pesados con > 68% y la carga microbiana con > 81%, después de 6 h de flujo continuo de agua en el filtro diseñado experimentalmente.

De acuerdo a la concentración inicial del plomo cuyo dato es de 19.74 mg/L se redujo a un valor de 6.32 mg/L al agregar 6mg/L de quitosano, logrando una eficiencia de 67.99%, esto se corrobora con Wang, et al. (2017) que en su investigación sobre la síntesis de *Pseudomonas putida* I3 y *Talaromyces amestolkiae* Pb combinadas con tiourea chitosan esponja (PXTCS y TXTCS) y modificadas con xantato para la eliminación de Pb (II) elimino un 40% de plomo; es decir fue menor a la técnica que usamos.

En la tesis, el tratamiento más eficiente en remover plomo y aumentar el pH del agua fue el tratamiento 3, en donde se agregó 6mg/L de quitosano y se redujo el 67.99% de plomo y se obtuvo como resultado en promedio 6.03, esto se corrobora con Aytar, et al. (2014) que en su investigación sobre la biosorción de Pb (II) y Ni (II) de una biomasa fúngica aislada del drenaje de minas redujo un 47% de plomo y obtuvo un pH de 4.5.

El pH del agua antes del tratamiento fue de 1.05; pero al agregar 6mg/L de quitosano al agua contaminada, nos dio como resultado en promedio 6.03, esto se corrobora con Triana-Guzmán, et al. (2018) que en su investigación obtuvo como resultado un bajo porcentaje de eliminación de plomo a un pH inferior a 5.

De los tratamientos aplicados en la tesis, el más eficiente fue T3 donde nos dio una mejor remoción de plomo con una eficiencia de 67.99% llegando a una concentración final de 6.32 mg/L y aumento el pH a un valor de 6.03, esto se corrobora con Liu, et al. (2016) en donde mencionan que las perlas de quitosán se modificaron con tetraetilenpentamina (TEPA) con base biológica y iónica que utilizan Pb (II) como iones impresos (Pb-ITMCB) y tuvieron como resultados que la capacidad de adsorción de Pb-ITMCB para iones Pb (II) alcanzó 259.68 mg/L a pH 6 a 40 ° C.

La dosis óptima para la remoción de plomo fue de 6mg/L, se logró reducir un 67.99%, también se elevó el pH a 6.03, logrando una mejor calidad de agua, esto se corrobora con Tayel, et al. (2016) en donde estudiaron al quitosano fúngico para la quelación de metales pesados y la inhibición de patógenos microbianos, lograron reducir los metales pesados en un 68%, y la carga microbiana a un 81%, después de 6h de flujo continuo de agua en el filtro diseñado experimentalmente.

La característica del tamaño de partícula del quitosano es importante, puesto que se obtuvo un tamaño de 500 μm , por antecedentes se refiere a que menor sea la dimensión de la partícula mejor será la remoción esto se puede corroborar en la investigación de Quispe, J. (2017), para la bioadsorción de plomo, se tiene el tamaño óptimo de partícula de 250 μm .

V. CONCLUSIÓN

- La identificación de las características químicas del quitosano permitió la remoción de plomo en las aguas de la laguna a través del pH 7.3; humedad un 61.65% y la ceniza obtenida fue de 27.01 g.
- Las características físicas del quitosano que permitió la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate a través fue el tamaño de partícula de 500 μm , color Naranja Bajo, el cual fue discutido con 5 testigos y coincidieron en el color; así mismo el peso final fue de 138.09 g.
- La dosis óptima del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate fue el tratamiento con 6g de quitosano, logrando remover el plomo del agua contaminada en un 67.99%.

VI. RECOMENDACIÓN

- Se recomienda realizar ensayos para los diferentes metales pesados presentes en aguas contaminadas, de tal manera determinar la factibilidad de este biopolímero para el tratamiento de aguas.
- Usar el quitosano en base a otros componentes naturales como las paredes celulares de hongos, como los pertenecientes al género Zygomycetes, algas verdes como Chlorellasp., por último, levaduras y protozoos.
- Utilizar el quitosano a partir de caparazones de cangrejo en la remoción no solo de plomo sino también de mercurio, níquel, cadmio, y otros. Siendo así, también se recomienda buscar mayor información sobre el quitosano como biopolímero ya que aporta muchos beneficios y ayuda a mejorar la calidad de aguas contaminadas.

REFERENCIAS

Altinisik, A. and Yurdakoc, K. *Chitosan-/PVA-Coated Magnetic Nanoparticles for Cu(II) Ions Adsorption*. *Desalination and Water Treatment*, 08, 2016, vol. 57, no. 39. pp. 18463-18474 ProQuest Central. ISSN 19443994. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1080/19443994.2015.1091994>.

Anitha, T., et al. *Biosorption of Lead(II) Ions Onto Nano-Sized Chitosan Particle Blended Polyvinyl Alcohol (PVA): Adsorption Isotherms, Kinetics and Equilibrium Studies*. *Desalination and Water Treatment*, 06, 2016, vol. 57, no. 29. pp. 13711-13721 ProQuest Central. ISSN 19443994. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1080/19443994.2015.1061951>.

Aytar, P., et al. *Lead and Nickel Biosorption with a Fungal Biomass Isolated from Metal Mine Drainage: Box-Behnken Experimental Design*. *International Journal of Environmental Science and Technology: (IJEST)*, 09, 2014, vol. 11, no. 6. pp. 1631-1640. ProQuest Central. ISSN 17351472. Retrieved from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoah&AN=33575471&lang=es&site=ehost-live>.

Boarin-Alcalde, L. and Graciano-Fonseca, G. *Alkali Process for Chitin Extraction and Chitosan Production from Nile Tilapia (Oreochromis Niloticus) scales/Proceso Alcalino Para La Extracción De Quitina y Producción De Quitosano a Partir De Escamas De Tilapia Del Nilo (Oreochromis Niloticus)*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 09, 2016, vol. 44, no. 4. pp. 683-688 ProQuest Central. ISSN 0718560X. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.3856/vol44-issue4-fulltext-3>.

Botelho da Silva, S., Krolicka, M., van den Broek, L. A. M., Frissen, A. E., & Boeriu, C. G. *Water-soluble chitosan derivatives and pH-responsive hydrogels by selective C-6 oxidation mediated by TEMPO-laccase redox system*. *Carbohydrate Polymers*, 04, 2018, vol. 186, no. 11, pp. 299–309 EBSCOhost. ISSN 0144-8617. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.01.050>.

Callupe Mudarra, Y. S., y Lara Ayala, A. A. *Capacidad acumuladora de mercurio y zinc por Phyla nodiflora expuesta en suelos contaminados por relaves mineros*. 2018. Retrieved from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.77009CD0&lang=es&site=eds-live>.

Crini, G., Morin-Crini, N., Fatin-Rouge, N., Déon, S., y Fievet, P. *Metal removal from aqueous media by polymer-assisted ultrafiltration with chitosan*. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, 2017, S3826–S3839. ISSN 18785352. Retrieved from: <https://doi:10.1016/j.arabjc.2014.05.020>.

Diehl, S. F., & Williams, R. D. *Techniques for Predicting Metal Mining Influenced Water*. Englewood, Colorado: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. 2014. ISBN 9780873353540. Retrieved from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=721597&lang=es&site=eds-live>.

Gedam, A. H., & Dongre, R. S. *Activated carbon from Luffa cylindricadoped chitosan for mitigation of lead (ii) from an aqueous solution*. *RSC Advances*, 2019, 6(27), pp. 22639–22652. EBSCOhost. ISSN 19317573. Retrieved from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoah&AN=38230970&lang=es&site=ehost-live>.

Geromel-Costa, C. G. A., Corbi, J. J., Gorni, G. R., Colombo, V., Correa, R. C., Fiamingo, A., & Campana-Filho, S. P. *Adsorption of metals by crosslinked chitosan beads in sugarcane contaminated streams*. *Biomass and Bioenergy*, 2018, 119(1), pp. 128–134. EBSCOhost. ISSN 09619534. Retrieved from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoah&AN=46593203&lang=es&site=ehost-live>.

Guibal, E., Vincent, T. and Navarro, R. *Metal Ion Biosorption on Chitosan for the Synthesis of Advanced Materials*. *Journal of Materials Science*, 08, 2014, vol. 49, no. 16. pp. 5505-5518. ISSN 00222461. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10853-014-8301-5>.

Hu, Z., Zhang, L., Zhong, L., Zhou, Y., Xue, J., & Li, Y. *Preparation of an antibacterial chitosan-coated biochar-nanosilver composite for drinking water purification*. *Carbohydrate Polymers*, 2019, 219, pp. 290–297. ISSN 0144-8617. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.05.017>.

Irawan, C., F. Nata, I., D. Putra, M., & Ristianingsih, Y. *Biosorption of Lead (II)–containing Sasirangan Textile Wastewater using Nanocomposites of Eleocharis dulcis Fibers with Iron (III) Nanoparticles as Adsorbent*. MATEC Web of Conferences, 2018, 156(15). ISSN 2261236X. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoh&AN=45035128&lang=es&site=ehost-live>.

Karim, M. R., Aijaz, M. O., Alharth, N. H., Alharbi, H. F., Al-Mubaddel, F. S., & Awual, M. R. *Composite nanofibers membranes of poly (vinyl alcohol)/chitosan for selective lead (II) and cadmium (II) ions removal from wastewater*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 169, 2019, pp. 479–486. ISSN 0147-6513. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.049>.

Khawar, A., Aslam, Z., Javed, S., & Abbas, A. *Pb (II) biosorption using DAP/EDTA-modified biopolymer (Chitosan)*. Chemical Engineering Communications, 2018, 205(11), 1555–1567. ISSN 0098-6445. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/00986445.2018.1460598>.

Liu, B., Chen, W., Peng, X., Cao, Q., Wang, Q., Wang, D., Yu, G. *Biosorption of lead from aqueous solutions by ion-imprinted tetraethylenepentamine modified chitosan beads*. International Journal Of Biological Macromolecules, 86, 2016, 562–569. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.100>.

Medellín-Castillo, N. A., Hernández-Ramírez, M. G., Salazar-Rábago, J. J., Labrada-Delgado, G. J., & Aragón-Piña, A. (2017). *Bioadsorción de plomo (ii) presente en solución acuosa sobre residuos de fibras naturales procedentes de la industria ixtlera (agave lechuguilla torr. y yucca carnerosana (trel.) mckelvey) / biosorption of lead (ii) in aqueous solution onto residues of natural fibers from the ixtle industry (agave lechuguilla torr. and yucca carnerosana (trel.) mckelvey)*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 2017, (2), 269. Disponible en: <https://doi.org/10.20937/rica.2017.33.02.08>.

Mendoza, L.V. and Molina, N.F. *Biosorption of Cd, Pb and Zn by pretreated biomass red algae, orange peel and tuna*. Science and Engineering Neogranadina. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 01, 2015, vol. 25, no. 1. pp.

43-60. ProQuest Central. ISSN 01248170. Retrieved from:
<https://search.proquest.com/docview/1692251202?accountid=37408>.

Méndez, I., Marcela Romero, Ginoris, Y. P., Brandão, C., Celia Silveira and Nascimento, M.F. *Remoção De Partículas Similares Aos Oocistos De Cryptosporidium Por Filtração Direta Ascendente Usando Um Coagulante Natural: Estudo Em Escala Piloto*. Revista De Investigación Agraria y Ambiental, 2016, vol. 7, no. 2. pp. 15-24. ProQuest Central. ISSN 21456097. Retrieved from:
<https://search.proquest.com/docview/1955897112?accountid=37408>.

Mendiola Soberón, L. P. F. *Límites máximos permisibles de agua en la actividad minera y la realidad hidrológica del Perú*. 2015. Retrieved from:
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.3FB3D9F4&lang=es&site=eds-live>.

Mohammadzadeh Pakdel, P., & Peighamardoust, S. J. *Review on recent progress in chitosan-based hydrogels for wastewater treatment application*. Carbohydrate Polymers. 16. 2018, vol. 201, pp 264-279. ISSN 0144-8617. Retrieved from: <https://doi:10.1016/j.carbpol.2018.08.070>.

Pal, P., & Pal, A. *Modifications of Chitosan for Cadmium Removal: A Short Review*. Journal of Polymer Materials, 2017, 34(1), 331–341. ISSN 0973-8622. Retrieved from:
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asx&AN=123767493&lang=es&site=eds-live>.

Ren, H., Li, B., Neckenig, M., Wu, D., Li, Y., Ma, Y., Zhang, N. *Efficient lead ion removal from water by a novel chitosan gel-based sorbent modified with glutamic acid ionic liquid*. Carbohydrate Polymers, 19, 2019, vol. 207, pp. 737–746. ISSN 0144-8617. Retrieved from:
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.12.043>.

Rahim, M., & Mas Haris, M. R. H. *Application of biopolymer composites in arsenic removal from aqueous medium: A review*. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 9, 2015, vol. 8(2), pp. 255–263. ISSN 16878507. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2015.03.001>.

Saengkaew, P., Chantanachai, K., Cheewajaroen, K., & Nimsiri, W. *Characterization and Electrical Properties of Chitosan for Waste Water Treatment*. AIP Conference Proceedings, 2016, vol. 1728(1), pp. 020031-1-020031-6. ISSN 0094-243X. Retrieved from: <https://doi.org/10.1063/1.4946081>.

Shaker, M. A., and Yakout, A. A. *Optimization, isotherm, kinetic and thermodynamic studies of Pb (II) ions adsorption onto N-maleated chitosan-immobilized TiO₂ nanoparticles from aqueous media*. Spectrochimica Acta. Part A, Molecular And Biomolecular Spectroscopy, 2016, vol. 154, pp. 145–156. ISSN 1873-3557. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.10.027>.

Tayel, A. A., El-Tras, W. F., and Elguindy, N. M. *The potentiality of cross-linked fungal chitosan to control water contamination through bioactive filtration*. International Journal of Biological Macromolecules, 2016, vol. 88, pp. 59–65. ISSN 01418130. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.03.018>.

Tejeda Benítez, L., Tejeda Tovar, C., Marimón Bolívar, W., and Villabona Ortiz, Á. *Estudio de modificación química y física de biomasa (citrus sinensis y musa paradisiaca) para la adsorción de metales pesados en solución*. Revista Luna Azul, 2014, (39), pp. 124–142. ISSN 0122-5391. Retrieved from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=110232443&lang=es&site=ehost-live>.

Tejeda-Tovar, C., Villabona-Ortiz, Á., y Garcés-Jaraba, L. *Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico*. Revista Tecno Lógicas, 2015, 18(34), pp. 109–123. ISSN 0123-7799. Disponible en <https://doi.org/10.22430/22565337.20>.

Triana-Guzmán, V. L., Ruiz-Cruz, Y., Romero-Peñaloza, E. L., Zuluaga-Corrales, H., and Chaur-Valencia, M. *New chitosan-imine derivatives: From green chemistry to removal of heavy metals from water*. Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia, 2018, (89), 9-18. ISSN 0120-6230. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.redin.n89a05>.

Van Geen, A., Bravo, C., Gil, V., Sherpa, S., & Jack, D. *Lead exposure from soil in Peruvian mining towns: a national assessment supported by two contrasting*

examples. Bulletin of the World Health Organization, 2012, 90(12), pp. 878–886. ISSN 0042-9686. Retrieved from: <https://doi.org/10.2471/BLT.12.106419>.

Vega, R., Zamorano, J., Encina, F. and Mardones, A. *Efecto Del Calcio Sobre La Toxicidad Aguda De Aluminio En Alevines De Trucha Arcoiris (Oncorhynchus Mykiss) Expuestos En Aguas De Diferente pH/Effect of Calcium on Acute Toxicity of Aluminum in Juvenile Rainbow Trout (Oncorhynchus Mykiss) Exposed to Different pH Waters*. Latin American Journal of Aquatic Research, 05, 2015, vol. 43, no. 2. pp. 337-343. ProQuest Central. ISSN 0718560X. Retrieved from: <https://search.proquest.com/docview/1690370852?accountid=37408>.

Wang, N., Xu, X., Li, H., Wang, Q., Yuan, L., & Yu, H. *High performance and prospective application of xanthate-modified thiourea chitosan sponge-combined Pseudomonas putida and Talaromyces amestolkiae biomass for Pb (II) removal from wastewater*. Bioresource Technology, 09, 2017, vol. 233, pp. 58-66. ISSN 0960-8524. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.02.069>.

Yan, H., Yang, H., Li, A., & Cheng, R. *pH - tunable surface charge of chitosan/graphene oxide composite adsorbent for efficient removal of multiple pollutants from water*. Chemical Engineering Journal, 09, 2016, vol. 284, pp. 1397–1405. ISSN 1385-8947. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.06.030>.

Yang, R., Li, H., Huang, M., Yang, H., & Li, A. *A review on chitosan-based flocculants and their applications in water treatment*. Water Research, 05, 2016 vol. 95, pp. 59-89. ISSN 0043-1354. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.02.068>.

Zheng, C., Zheng, H., Sun, Y., Xu, B., Wang, Y., Zheng, X., & Wang, Y. *Simultaneous adsorption and reduction of hexavalent chromium on the poly (4-vinyl pyridine) decorated magnetic chitosan biopolymer in aqueous solution*. Bioresource Technology, 2019, vol. 293, pp. 122038. ISSN 1873-2976. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122038>.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Consistencia.

“Uso del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate - Cerro de Pasco, 2019”							
Problema de investigación	Objetivos de Investigación	Hipótesis de Investigación	Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Metodología
Problema General ¿Cómo se usará el quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019?	Objetivo General Determinar el uso del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019	Hipótesis General Hi: El uso del quitosano logró la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019.	Variable Dependientes Remoción de plomo.	<ul style="list-style-type: none"> • Características químicas del quitosano 	pH Ceniza Humedad	0-14 g %	Tipo Aplicada Enfoque Cuantitativo Nivel Explicativo Diseño Experimental de tipo Experimental Puro
				<ul style="list-style-type: none"> • Características físicas del quitosano 	Tamaño de partícula Color Peso	µm Pt Co g	
				<ul style="list-style-type: none"> • Dosis del quitosano 	2 4 6	mg/L mg/L mg/L	

“Uso del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate - Cerro de Pasco, 2019”

Problema de investigación	Objetivos de Investigación	Hipótesis de Investigación	Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles serán las características químicas del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019?,</p> <p>¿Cuáles serán las características físicas</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Identificar las características químicas del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019.</p>	<p>Hipótesis Específicos</p> <p>Se puede determinar las características químicas del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019,</p> <p>Se puede determinar las características físicas del quitosano para la remoción de</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Uso del quitosano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Características físicas del agua antes y después 	<p>Olor</p> <p>Color</p> <p>Turbidez</p>	<p>-</p> <p>Pt Co</p> <p>UNT</p>
				<ul style="list-style-type: none"> • Características químicas del agua antes y después 	<p>pH</p> <p>Conductividad Eléctrica</p> <p>Temperatura</p> <p>DBO₅</p> <p>DQO</p> <p>Oxígeno disuelto</p>	<p>0-14</p> <p>µS/cm</p> <p>°C</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p>
				<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia 	<p>Concentración Inicial de plomo</p> <p>Concentración final de plomo</p>	<p>mg/L</p> <p>mg/L</p>

<p>del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019?</p> <p>¿Cuál será la dosis óptima del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019?</p>	<p>Identificar las características físicas del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019.</p> <p>Determinar la dosis óptima (2mg/L, 4mg/L y 6mg/L) del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019.</p>	<p>plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019.</p> <p>La dosis óptima del quitosano será de 6mg/L para la remoción plomo en las aguas de la laguna Yanamate, Cerro de Pasco, 2019.</p>				
--	---	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: “ECA del agua, Categoría 4”

CATEGORIA 4						
PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 4				
		E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y grasa (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Total	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(uS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo Total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco	mg/L	1,9	1,9	1,9	0,4	0,55
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	30

Figura 28: ECA del agua

CATEGORÍA 4						
PARÁMETRO	UNIDAD	E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,61	1,6	0,61	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081

Figura 29: ECA del agua

ANEXO 3: Secado de los caparazones del cangrejo



Figura 30: *Secado de los caparazones de cangrejo*

ANEXO 4: Proceso de molienda y tamizado de los caparazones del cangrejo



Figura 31: *Proceso de la molienda*



Figura 32: *Proceso de Tamizado*




Figura 33: *Color inicial del agua contaminada*



Figura 34: *Medición de la concentración de plomo (Adsorción atómica)*

ANEXO 5: Validación de los instrumentos de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alvaro Elmer

1.2. Cargo e institución donde labora: científico - Coordinador Investigación

1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico/Mg. Gestión Ambiental / (en) Ing. Ambiental

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Guía de preguntas Falso-Verdadero de la Gestión Ambiental

1.5. Autor(A) de instrumento: Mariana Campos Arce y Jenny Trujillo Ramos, Jocelyn Xiomara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN


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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN : 95 %

Lima, 18 de junio del 2019


FIRMA DEL EXPERTO INDECIANTE
 CIP: Elmer Benites Benites
 DNI No: 60104010
INGENIERO QUÍMICO Reg. CIP N° 1100

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: FERRER ALVARO FERRER
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCN - INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 1.3. Especialidad o línea de investigación: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: TEST DE CONOCIMIENTO DE LA QUÍMICA GENERAL
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huano Campos, Rocely Jhony, Trujillo Ramos, Josselyn Xiomara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95 %

Lima, 18 de junio del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: _____
 DNI No. _____
 INGENIERO QUÍMICO
 Sup. CP N° 7198

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Banites Alvaro Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV - Coordinador Investigación
 1.3. Especialidad o líneas de investigación: Mg. Químico / Mg. Gestión Ambiental (S. I.) Mg. Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características químicas del agua antes y después
 1.5. Autor(A) de instrumento: Huaringa Campos, Angely Jheny
Trojillo Ramos, Jocelyn Xiomara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Sí
 No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95%


ELMER OVALLES REYES-ALFARO
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CIP N° 71280
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP:
 DNI No:

Lima, 18 de junio del 2019

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alvaro Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV - Coordinador Investigación
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico/Mg. Gestión Ambiental / (o) Ing. Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Pruebas del Sistema
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huaringa Campos Angely Jheny
Trujillo Ramos, Jessalyn Xiomara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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


 -

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 18 de junio del 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: _____
 DNI No: 84000003
ALVARO BENITES ALVARO
 MAGISTER EN GERENCIA
 Ing. CIP N° 11000

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Alfonso Padriquerá Carlos Humberto
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - César Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cuestionarios físicos y químicos del quíntamo
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huaringa Campos, Bracey Jhony
Trujillo Ramos, Josselyn Xiomara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

100%

Lima, 18 de junio del 2019


 FIRMA DEL RESPONSABLE DEL INSTRUMENTO
 CIP: INGENIERO QUÍMICO
 DNI No: 17998963
 C. I. P. 31915

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Alpaca Rodríguez Carlos Humberto
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - César Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Químico
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características físicas del agua antes y después
 1.5. Autor(A) de instrumento: Juan José Campos, Aníbal Jhony Trujillo Ramos, Jocelyn Xiomara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


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

Sí

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80%

Lima, 18 de junio del 2019


 FIRMA DEL AUTOR(A) DEL INSTRUMENTO
 CIP: **INGENIERO QUÍMICO**
 DNI No: **C. I. P. 37913**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Alfaro Rodríguez Carlos Humberto
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - César Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características químicas del agua antes y después
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Humberto Carreras, Anabelly Johnson, Trujillo Ramos, Jesselyn Zamora

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

Lima, 18 de junio del 2019


 FIRMA DEL EVALUADOR RESPONSABLE
 CIP: INGENIERO QUIMICO
 DNI No: C. I. P. 37913

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Carlos Humberto Alpaio Rodríguez
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - César Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Eficiencia del gobierno de acuerdo a la dosis
 1.5. Autor(A) de instrumento: Humberto Campos, José María Trujillo, Ricardo, Jocelyn, Ximena

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80 %

Lima, 18 de junio del 2019


 FIRMA DEL AUTOR DEL INSTRUMENTO
 CIP: 179948063
 DNI No: 179948063

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Soriano Maldonado Albenidia
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - César Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características químicas del agua antes y después
 1.5. Autor(A) de instrumento: Hectorino Carrasco Arcevaly, Jhony Trujillo Ramos, Jaiselyn Alameda

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91 %

Lima, 18 de junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 34284
 DNI No: 08363472

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Soriano Maldonado Alexandra
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - César Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cuestionarios físicos del agua antes y después
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Hernán, Campos, Arcech, Jhony, Trujillo, Ramos, Josephy, Ximena

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

88.5 %

Lima, 18 de junio del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 34787
 DNI No: 08363472

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombre: Soriano Maldonado, Alexandra
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - César Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Escala de calificación de diseño o lo desprecia
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Huaringa Campos, Suscey, Jhony
 Trujillo Ramos, Jaiselyn, Xiomara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 18 de junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 34789
 DNI No: 08363442

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Sotoño Maldonado, Alejandra
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - César Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Conocimientos físicos y químicos del quíntuplo
 1.5. Autor(A) de instrumento: Francisco Ramírez, Jocelyn Kloner

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90.5 %

Lima, 18 de junio del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 24 349
 DNI No: 08263472

ANEXO 6: Anales de la concentración de plomo en las aguas de la laguna Yanamate – Cerro de Pasco

INFORME DE ENSAYO N° 020-11122019- EAA
 LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV
 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Tesis: Uso del quitosano para la remoción de plomo en las aguas acidas de la laguna yanamate - Cerro de Pasco, 2019

Tesista: Huaranga Campos Araely Jheny
 Trujillo Ramos Josselyn Xiomara

Tipo de muestra: Muestras agua superficial Laguna

Descripción de la muestra: Determinación de plomo

Fecha de ingreso de muestra: 27 de noviembre 2019.

Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología - UCV Lima Este.


Fecha de realización de ensayos: 28 de noviembre 2019.

Muestra proporcionada por el estudiante

MATRIZ : Agua		ANÁLISIS
Código De Laboratorio	Identificación de la Muestra	Plomo total mg/l
8 Sample	Punto de control	19.743
9 Sample	R1 (4) 1	13.778
10 Sample	R1 (2)	13.778
11 Sample	R1 (4) 2	15.567
12 Sample	R2 (6) 1	5.724
13 Sample	R2 (4)	4.830
14 Sample	R2 (6) 2	8.409
15 Sample	R3 (2) 1	15.567
16 Sample	R3 (2) 2	13.181
17 Sample	R3 (6)	14.971

*Los resultados emitidos válidos para desarrollo académico

Método de Referencia: SMEWW-ANWA-WEF 3030 E ,3111 B Dirección:cecyliere Lima



Daniel Neciosup Gonzales
Jefatura de laboratorios



V. "B" Dr. Eduardo Espinoza Farfán
Director de Ingeniería Ambiental

Página 1 de 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Dictamen para Sustentación

Lima, 01 de diciembre del 2019

El jurado encargado de evaluar el informe de investigación presentado por el/los estudiante(s) *Huaranga Campos, Aracely Jheny y Trujillo Ramos, Josselyn Xiomara*, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental del ciclo X., cuyo título es "Uso del quitosano para la remoción de plomo en las aguas de la laguna Yanamate - Cerro de Pasco, 2019", doy/damos fe de que he/hemos revisado el documento antes mencionado, luego que el/los estudiante(s) ha(n) levantado todas las observaciones realizadas por mi persona/jurado, otorgándole el calificativo de 80(número) según la matriz de evaluación y por lo tanto está APTO para su defensa en la respectiva sustentación

Siendo las 12:00:00 PM, del 01 de diciembre del 2019, se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado.


.....
Dr. CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS


.....
Dr. ACOSTA SUASNABAR EUSTERIO


.....
Msc. QUIJANO PACHECO WILBER