



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Bioadsorción con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas
fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Julia Victoria Quispe Auqui

ASESORA:

Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA - PERÚ

Año 2017

PÁGINA DEL JURADO



Presidente

Mg. Fernando Antonio Sernaqué Auccahuasi



Secretario

Mg. Marco Antonio Herrera Diaz



Vocal

Mg. Rita Jaqueline Cabello Torre

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la gracia y la fuerza de voluntad para la obtención de este logro profesional.

A mis padres: Gregoria y Alejandro, por su gran apoyo, comprensión, consejos y confianza depositada en mí.

A mi hija: por ser mi razón de vida, por hacer de mis días los más hermosos, por hacerme la madre más feliz del mundo. Por ti y para ti, te amo mucho.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Universidad Cesar Vallejo, de la sede de San Juan de Lurigancho, por haberme otorgado todas las herramientas, para mi desarrollo profesional, a lo largo de estos 5 años. Al Mg. Delgado Arenas Antonio, por sus sugerencias, tiempo y paciencia; también a los responsables del laboratorio de biotecnología, en especial a Daniel Neciosup Gonzales.

Un enorme agradecimiento a mi asesora, la Mg. Rita Cabello Torres, por su apoyo incondicional, por sus consejos, por su disposición en el asesoramiento de esta investigación permitiendo enriquecer y ejecutar esta tesis.

A todos ustedes, quedare en deuda y muy agradecida.

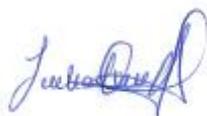
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo **Quispe Auqui, Julia Victoria**, con DNI N° **45255426**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes, consideradas en el reglamento de grado y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación es auténtica y veraz.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

San Juan de Lurigancho, diciembre del 2017



.....
Quispe Auqui Julia Victoria

DNI: 45255426

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado presento ante ustedes la tesis titulada “Bioadsorción en escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017”; cuyo objetivo es evaluar si la bioadsorción con escamas de pescado remueven plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017. Los ensayos experimentales se realizaron en el laboratorio de biotecnología de esta institución; en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

ÍNDICE

PÁGINAS PRELIMINARES

PÁGINA DEL JURADO.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
ÍNDICE.....	VII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad Problemática	15
1.2 Trabajos previos.....	16
1.3 Teorías relacionadas al tema	19
1.4 Formulación del Problema	27
1.5 Justificación del estudio.....	28
1.6 Hipótesis	29
1.7 Objetivos	29
II. MÉTODO.....	30
2.1 Diseño de investigación	30
2.2 Variables y operacionalización	30
2.3 Población y muestra.....	31
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ...	32
2.5 Métodos de análisis de datos	40
2.6 Aspectos éticos	41
III. RESULTADOS.....	42
3.1 Análisis del agua del río San Juan	42
3.2 Análisis de la muestra de agua fortificada con plomo	42
3.3 Caracterización del adsorbente.....	43
3.4 Estudios de adsorción de plomo	43

3.5	Análisis inferencial	50
IV.	DISCUSIONES	55
V.	CONCLUSIONES	56
VI.	RECOMENDACIONES	57
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
VIII.	ANEXOS	62
8.1	Instrumentos	62
8.2	Validación de instrumentos	65
8.3	Certificados de análisis	85
8.4	Panel fotográfico	88
8.5	Normas legales: DS-015-2015-MINAM	91
8.6	Evaluación Turnitin.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fuentes principales de metales.....	20
Tabla 2. Producción minero metálica por productos 2011-2015	20
Tabla3. Métodos de tratamientos de agua para la eliminación de iones metálicos.....	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas del punto de monitoreo	32
Cuadro 2. Rendimiento de las escamas de pescado.	32
Cuadro 3. Caracterización granulométrica	37
Cuadro 4. Validez y confiabilidad	40
Cuadro 5. Análisis de parámetros insitu	42
Cuadro 6. porcentaje de humedad	43
Cuadro 7. Porcentaje de cenizas	43
Cuadro 8. Bioadsorción de plomo con respecto a la dosis	44
Cuadro 9. . Bioadsorción de plomo con respecto al tiempo de contacto	45
Cuadro 10. . Bioadsorción de plomo vs tamaño de partícula	47
Cuadro 11. Bioadsorción con respecto a la concentración	49
Cuadro 12. Capacidad de adsorción con respecto a la concentración	51
Cuadro 13. Prueba t - hipótesis general	52
Cuadro 14. Prueba muestras emparejadas - hipótesis general	52
Cuadro 15. Prueba t - hipótesis específico 1	53
Cuadro 16. Prueba de muestras emparejadas - hipótesis específico 1	53
Cuadro 17. Prueba t - hipótesis específica 2	54
Cuadro 18. Prueba de muestras emparejadas - hipótesis específica 2	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Capacidad de adsorción del plomo según la dosis.....	44
Gráfico 2. Remoción de plomo en promedio con respecto a la dosis	45
Gráfico 3. Capacidad de adsorción con respecto al tiempo	46
Gráfico 4. . Remoción de plomo con respecto a al tiempo de contacto	46
Gráfico 5. Capacidad de adsorción con respecto a la granulometría.....	47
Gráfico 6. Remoción de plomo vs tamaño de partícula.....	48
Gráfico 7. Capacidad de adsorción con respecto a la concentración.....	49
Gráfico 8. Capacidad de adsorción con respecto a la concentración.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de escamas de pescado	23
Figura 2. Proceso de sorción	26
Figura 3. Sub cuenca del río san juan.....	31
Figura 4. Punto de muestreo.....	31
Figura 5. Procedimiento experimental.....	38

RESUMEN

Esta investigación titulada “Bioadsorción con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017” se realizó con el propósito de evaluar la remoción de plomo por medio de la bioadsorción, haciendo uso de las escamas de pescado lisa, material que está siendo desechado sin saber la importancia de su composición química y sus múltiples usos en la rama medicinal, cosmético o para el tratamiento de aguas como removedor de metales, debido a su principal componente, el “colágeno”.

La investigación fue de tipo experimental, cuyo diseño de estudio fue explicativo con un enfoque cuantitativo. Para tal efecto, 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 operacionales trabajados fueron la dosis optima, el tamaño de partícula, tiempo de contacto y la concentración inicial de la muestra problema. Los resultados fueron favorables para esta investigación. Concluyéndose que cada factor de operación influye en la bioadsorción de plomo, siendo los óptimos un tamaño de partícula de 250 μm , 30 minutos de contacto con el bioadsorbente y 6 gramos de escamas. La remoción de plomo en todos los casos fue superior al 90%.

Palabras Clave: bioadsorción, escamas de pescado, plomo, adsorción.

ABSTRACT

This research entitled "Bioadsorption with fish scales for the removal of lead in fortified waters of the San Juan-Pasco River, 2017" was carried out with the purpose of evaluating the removal of lead by bioadsorption, making use of fish scales smooth, material that is being discarded without knowing the importance of its chemical composition and its multiple uses in the medicinal branch, cosmetic or for the treatment of water as a metal remover, due to its main component, the "collagen".

The investigation was of experimental type, whose study design was explanatory with a quantitative approach. For this purpose, the methodology used is based on different factors influencing the bioadsorption, such as the optimal dose, particle size, contact time and the initial concentration of the problem sample. In conclusion, it was shown that each operation factor influences lead bioadsorption, with the optimum being a particle size of 250 μm , 30 minutes of contact with the bioadsorbent and 6 grams of scales. The amount of lead removed was greater than 90%.

Keywords: bioadsorption, fish scales, lead, adsorption.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En el Perú, la alteración de la calidad del agua significa uno de los principales conflictos socio ambiental, que en su mayoría está relacionado con la minería. Esta actividad lleva muchos años explotando diferentes metales, ocasionando daños a su paso por el inadecuado manejo de sus residuos y la inexistencia de normas que regulen esta praxis de forma equilibrada con el ambiente y la población. (Yuparil, 2003, p. 3).

Un ejemplo claro del grado de afectación de esta actividad se encuentra en la provincia de Pasco, considerada eminentemente minera, donde hasta el año 2015 existieron 454 pasivos ambientales mineros (PAMs). (Red de propuesta y acción: Muqui, 2015). A consecuencia de ello, los pobladores del distrito de Simón Bolívar, ven el impacto que tiene la minería en sus terrenos con pastizales, en sus lagunas, puquios y ríos. Además, el Organismo Mundial de la Salud señala que los niños, niñas y mujeres de las localidades de Champamarca, Quiulacocha, Paragsha y Yurajhuanca presentan exceso de plomo en la sangre, con un promedio de 14 µg/dl del metal, siendo el máximo 10 µg/dl. (Bianchini, 2009, p. 10).

Mencionar también, que el río San Juan afluente principal del río Mantaro, está siendo contaminado por los vertimientos industriales de las empresas mineras Volcan, Sociedad Minera El Brocal S.A.A, la Compañía Minera Aurex S.A. y de las descargas domésticas de la población, a través de la quebrada Quiulacocha, notándose un cambio drástico en las propiedades físicas y químicas. (Digesa, 2008). Hasta el 2012, la sub cuenca del río San Juan presentó 15 fuentes contaminantes identificadas. (Autoridad Nacional del Agua, 2015).

Según el Informe Técnico N° 014–2014; Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca de Mantaro emitido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) -2015, confirma altas concentraciones de plomo en el río San Juan superando los ECA-agua. En este contexto, en los últimos años se viene dando énfasis al desarrollo de tecnologías amigables con el ambiente. Por ello, el uso de bioadsorbentes contempla una solución para el tratamiento

de aguas contaminada, dando un valor agregado a los residuos orgánicos que para este estudio fueron las escamas de pescado debido a su alta capacidad de remover metales.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes internacionales

Altamirano, M (2015) de la Universidad Veracruzana, realizó un estudio titulado “*Remoción de Pb^{2+} por medio de adsorción en quitosano*”, para la obtención del título de ingeniero ambiental tiene como objeto reducir el plomo por medio de la adsorción haciendo uso del quitosano a partir de exoesqueleto de camarón, para ello se sintetizara el quitosano a través de métodos fisicoquímicos como la desmineralización, desproteínización y desacetilación, para luego caracterizarlo determinando así su capacidad de adsorción. Los ensayos se realizaron a diferentes concentraciones de $Pb(NO_3)_2$: 5; 25; 50; 70; 100 a 120 mg/L, a una velocidad de 120 rpm y en un rango de pH de 4,33 a 5,62 con 0,1 g de quitosano para cada solución. La eliminación fue de 4 a 90 mg/L respectivamente a temperaturas de 25; 35 y 50 °C; los datos experimentales fueron ajustados al modelo de Langmuir. Concluyendo que la adsorción demostró ser más eficiente a 25 °C, siendo la eficiencia mayor al 80%, lo que demuestró que el proceso fue adecuado para la eliminación de metales en agua mediante quitosano.

Anteriormente **Vilchis, J (2013)** en su investigación “*Adsorción de Pb (II) presente en solución acuosa sobre hidroxiapatitas de calcio, estroncio y bario*”, investigación para optar el grado de magister en ciencias ambientales. Se planteó como objetivo principal conocer el comportamiento de los iones plomo en la adsorción con los bioadsorbentes mencionados en una solución acuosa. Los experimentos se realizaron por lotes considerando el efecto del tiempo de contacto: 3; 5; 10; 15; 30; 45; 60; 90 y 120 min a 300 rpm; efecto de temperatura: 20; 30; 40 y 50 °C y la concentración del adsorbato- $Pb(NO_3)_2$: 1; 3; 5; 7 y 10 mg/L. En conclusión, la capacidad máxima de adsorción de plomo fue de 0,31; 0,32 y 0,26 mg/g para los bioadsorbentes citados líneas arriba. El

tiempo de equilibrio fue de 20 minutos en los tres sistemas sólido-líquido. Los datos experimentales se ajustaron al modelo cinético de pseudo-segundo orden, para los tres casos. Por otro lado, los datos experimentales de las hidroxiapatitas de calcio y estroncio se ajustaron a la isoterma de Langmuir, indicando que la adsorción fue a través de una monocapa, mientras que en la hidroxiapatita de bario se ajustó a la isoterma de adsorción de Freundlich indicando una adsorción de multicapa. Los parámetros termodinámicos obtenidos durante los estudios de adsorción en función de la temperatura, mostraron procesos de fisiadsorción, exotérmicos y espontáneos respectivamente. Los resultados obtenidos mostraron que las hidroxiapatitas de calcio, estroncio y bario son una alternativa para la adsorción de iones Pb (II) presentes en aguas contaminadas. Las cinéticas, isotermas y parámetros termodinámicos de los sistemas también fueron considerados.

Por otro lado, **Arias, P y Murillo, M (2017)** estudiaron *la “adsorción de plomo utilizando quitosano modificado con hierro”* cuyo objetivo fue determinar la capacidad y velocidad de adsorción de plomo mediante el quitosano en perlas modificado con hierro. El adsorbente se obtuvo a partir de los exoesqueletos de camarón. Para ello se realizaron ensayos con el pH (2; 3; 4; 5; 6) para determinar su influencia en la adsorción a una concentración de 50 ppm. El tratamiento fue de 48 horas añadiendo 20 mg de adsorbente; siendo el rango óptimo de pH de 4-5 donde se alcanzó una remoción mayor al 90% y una capacidad de adsorción del 85.6 ppm de plomo.

Además, **Quevedo, J (2017)** en su trabajo de titulación. *“Determinación de la capacidad de bioadsorción de plomo aprovechando las propiedades del exoesqueleto del camarón”*. Universidad Politécnica Salesiana. Tuvo objetivo general fue determinar la capacidad de adsorción de metales pesados con los residuos de camarón. Además se caracterizaron los residuos de camarón, se determinó la afectación del pH en la capacidad de adsorción y se estudió la cinética de bioadsorción determinando el comportamiento mediante los modelos de adsorción. El diseño de la investigación es experimental, y se realizó a nivel de laboratorio

contaminando una muestra de agua con 3 ppm de plomo, evaluándose el tiempo de residencia: 10, 30, 60, 90 y 120 min, removiendo el 78.96% de plomo. Los factores operacionales trabajados fueron: dosis de bioadsorbente, el tamaño de partícula y el efecto del pH. Obteniéndose que el tamaño de partícula óptimo fue con el uso de la malla 40 μm , pH óptimo: 3 con una capacidad de adsorción de plomo de 75%. Para el estudio de isotermas, se trabajó con a diferentes concentraciones con una dosis constante.

Asimismo, **Quiñones, E [et., al], (2013)**. En su artículo técnico *“Remoción de plomo y níquel en soluciones acuosas usando biomásas lignocelulósicas: una revisión”*, se establecen los bioadsorbentes a usar a partir de biomásas residuales para remover plomo y níquel. Se estimó la capacidad de remoción, resultando que los bioadsorbentes más usados incluyen residuos de madera, cáscaras de frutos secos, residuos de cereales y cítricos. Para la remoción de plomo (II), el bagazo de caña de azúcar, con una capacidad de remoción de 333 mg/g y para el níquel (II), la corteza de Acacia, con una capacidad de remoción de 294,1mg/g, han sido los bioadsorbentes con mayor eficiencia de remoción. Se encuentra que, en la mayoría de los experimentos, la cinética del proceso de adsorción es regida por la ecuación cinética de pseudo-segundo orden.

1.2.1 Antecedentes nacionales

Según, **Delgado, S (2013)**, en su trabajo de investigación *“Evaluación de escamas de pescado como adsorbente de metales pesados de agua residual”*, determino la eficiencia de adsorción de las escamas de pescado lisa en metales pesados como el manganeso, níquel, plomo y cinc. El diseño de la investigación es experimental. La primera etapa constó de la preparación del adsorbente y su caracterización. Se evaluaron los efectos de la dosis del adsorbente, pH, concentración, y tamaño de partícula. Para una dosis de 10 g de adsorbente y 5 minutos de agitación los porcentajes de remoción para Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} y Zn^{2+} son 96,33%; 76,0%; 88,22% y 97,45% respectivamente a pH 6,4; para 15 min se alcanzan los porcentajes de 97,29%; 78,58%; 95,43% y 98,57%. Para varios niveles de

concentración a pH 4,3 el porcentaje adsorbido son altos para Mn^{2+} , Ni^{2+} y Zn^{2+} , sin embargo para Pb^{2+} el porcentaje de adsorción baja con el aumento de su concentración de 76,01% a 55,64% pues para un sistema donde haya plomo requiere un nivel de pH entre 3 y 5 para remover todos los componentes. Con respecto al tamaño de partícula se determinó que no se requiere mayor reducción que 1mm para el uso como adsorbente.

Así mismo, **Lagos, L (2016)** presenta su investigación *“Bioadsorción de cromo con borra de café en efluentes de una industria curtiembre local”* para optar el Título de Licenciado en química. Realizó un pretratamiento básico a la borra de café y estudios de adsorción a diferentes condiciones de pH y tiempo de contacto, encontrándose que el pH óptimo es 5 y que bajo tres horas de contacto se obtiene un coeficiente de adsorción de $9,19 \pm 0,43$ mg/g, mayor que la capacidad de adsorción observada por algunos bioadsorbentes como aserrín de distintas maderas y de cáscara de maní. También se determinó que la granulometría del café no afecta considerablemente la capacidad de adsorción y que basta el tratamiento con solución básica y bajo agitación para obtener un máximo coeficiente de adsorción de $8,51 \pm 0,11$ mg/g. Además la remoción de cromo presente en el efluente de una curtiembre fue del 94.1 %.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Marco teórico

El sector minero en el Perú tiene gran influencia en el desarrollo económico del país debido a los grandes ingresos tributarios que genera. Sin embargo, la contraparte de esta situación es la contaminación generada en sus procesos y sus pasivos ambientales.

El Ministerio del Ambiente (2011), señala que la minería ilegal y a pequeña escala impacta grandemente sobre la salud pública y el medio ambiente, ya que en sus operaciones se usa grandes volúmenes de agua, además genera residuos peligrosos y metales tóxicos para la salud. En este sentido Orozco [et., al] (2003), clasifica las fuentes principales de algunos metales (tabla N°1), los cuales son de alta peligrosidad para el ambiente, por no ser biodegradables y bioacumularse en los organismos vivos. Entre

los más importantes se encuentran el mercurio (Hg), el cadmio (Cd) y el plomo (Pb). (p. 88).

Tabla 1. Fuentes principales de metales

Fuente industrial	Al	Zn	As	Cd	Cr	Fe	Hg	Pb
Fabricación de automóviles		x		x	x	x		x
Refinería de petróleo		x	x		x	x		x
Pulpa y papel		x			x		x	x
Textiles					x			
Acero		x	x	x	x	x		x
Industria de productos químicos	x	x	x	x		x	x	x
Fertilizantes	x	x	x	x	x		x	x
Curtiembre					x			
Minería				x				x
Efluentes ácidos de mina		x				x		
Recubrimiento metálicos		x		x	x			

Fuentes: Mohan y Pittman 2006

Antiguamente el plomo fue utilizado en Egipto y Babilonia. También se usó por los romanos, en la fabricación de adornos decorativos, tuberías para agua y vasijas, los cuales han sobrevivido con el pasar del tiempo.

El mayor uso de plomo se da en la fabricación de baterías para autos, siendo creada por primera vez en 1859 por Gaston Plante. También se usa para la fabricación de forros protectores para cables, municiones, pigmentos sintéticos, en la refinación de petróleo, entre otros.

En el ámbito nacional, el Organismo Supervisor de la Inversión en energía y la minería (Osinergmin) mediante su Reporte de Análisis Económico Sectorial Minería (2016), señala que la producción nacional de zinc, plata, plomo, hierro y molibdeno creció en 13%, 20%, 37%, 4% y 5% entre el 2011 y 2015, respectivamente. (Ver tabla N° 2).

Tabla 2. Producción Minero Metálica por productos 2011-2015

Metales	2011	2015	% Var.	Ene-Abril 2016
Cobre	1,235,345	1,700.81	38%	702,477
Oro	166,186.7	145,031.3	-13%	50,548.80
Zinc	1,256,383	1,421,513	13%	416,899
Plata	3,418,863	4,102,110	20%	1,419,872
Plomo	230,199	315,784	37%	104,333
Hierro	7,010,938	7,320,807	4%	2,757,115
Estaño	28,882	19,511	-32%	5,714
Molibdeno	19,141	20,153	5%	8,191

Fuente: MEM

En este contexto, el plomo es altamente peligroso para la salud, ya que ingresa fácilmente por las vías respiratorias y no permite el accionar de algunas enzimas de la hemoglobina, conllevando a las personas a un cuadro de anemia. Otros síntomas de envenenamiento por plomo también es la migraña, los dolores de cabeza, disminución del aprendizaje o el plumbismo, enfermedad que se da por el exceso de plomo en la sangres como malformaciones (Sociedad Nacional de minería, petróleo y energía, 2009, pág. 2).

Este metal termina por alcanzar rápidamente las aguas superficiales y subálveas. La escorrentía agrícola, los relaves mineros y los efluentes domésticos aumentan las concentraciones de metales presentes en las aguas naturales. (Orozco, et al., 2003, p. 90).

Debido a su toxicidad la organización mundial de la salud recomienda que el agua de consumo no supere 0,01mg/L de plomo; con respecto a la legislación en Perú, según el DS N° 002-2008 los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, establece 0.01 - 0.05 mg/l de plomo como límite máximo de concentración en agua para consumo humano, dependiendo del tratamiento que se use.

Frente a ello existen diversos métodos que han sido estudiados a nivel mundial para remover metales presentes en medios acuosos, tales como la precipitación y coagulación química, adsorción, fotocátalisis, entre otros. (Tabla N° 3).

Tabla 3. Métodos de tratamientos de agua para la eliminación de iones metálicos

Métodos	Desventajas	Ventajas
Precipitación química	Grandes cantidades de lodos	Operación simple, no costoso, puede remover la mayoría de metales.
Coagulación química	Costo de operación extra para la eliminación de lodos	Sedimentación de lodos
Intercambio iónico	Alto costo	Deshidratación
Métodos electroquímicos	Alto consumo de productos químicos	Alta regeneración de materiales
Adsorción con carbón activado	Alto costo	Selectivo
Bioadsorción	Menor número de iones metálicos removidos	Selectivo, bajo costo
Filtración por membrana	Alto costo de operación debido a ensuciamiento de membrana	No consumo de productos químicos
Electrodialisis	Alto costo de operación debido al ensuciamiento de membrana y la energía consumida	Alta selectividad en la separación
Fotocatálisis	Largo tiempo de duración, aplicación limitada	Remoción de metales y contaminantes orgánicos en simultáneo y menos residuos peligrosos

Fuente. Nguyen, 2013.

Durante la década de 1970, la creciente conciencia y preocupación ambiental condujo a una búsqueda de nuevas técnicas capaces de tratamiento económico de aguas residuales contaminadas con metales. La búsqueda de nuevas tecnologías ha dirigido la atención a la bioadsorción que implica la eliminación de metales tóxicos. (Kuyucak, N., & Volesky, B, p. 809, 1989).

En la actualidad el tratamiento de aguas contaminadas haciendo uso de materiales de origen biológico tales como bacterias, algas, hongos, restos de frutas, productos agrícolas, entre otros; con el fin de remover metales pesados o para ser usado como coagulante natural, tomaron mayor importancia. En concordancia a ello, la bioadsorción brinda una alternativa de solución para la remoción de metales pesados en el agua, tales como el plomo, cadmio, cobre, y zinc. Además de ser de bajo costo, minimiza el uso de químicos y es muy eficiente. Tejada, C [et al.] (2013, pág. 111).

Algunos autores como García, A E [et., al], (2016), plantea aprovechar las escamas de pescado, para obtener un biopolímero de origen natural como es el caso de la quitina y quitosano; el cual se utilizó para tratar aguas

contaminadas con metales pesados. En Colombia, los piscicultores reaprovecharan las escamas de la tilapia, también para obtener este biopolímero.

Los usos de esta biopolímero, se evidencian en diferentes investigaciones internacionales, donde se señala que son compatibles en el rubro de la cosmética, biomedicina, industria alimentaria, industria agrícola y para el tratamiento de aguas como biocoagulantes. (Macossay, J. 1998).

Por ello, Delgado (2013), evaluó las escamas de pescado lisa para remover diversos metales presentes en el agua contaminada. Según Miranda y Escala (2000) las escamas se clasifican de acuerdo a su forma en:

a) Placoides: Son aplanadas, con una capa de vitrodentina material similar al esmalte de los dientes y otra capa interna de dentina.

b) Rómbicos: Son en forma de diamante o rómbicas característico en los peces de la amazonia peruana, como el paiche.

c) Cicloide: Presentan una forma de disco, liso y redondeado; su borde exterior no posee dienteillos. Generalmente se presentan en peces de aleta blanda.

d) Ctenoide: Tienen forma de disco, el borde exterior cuenta con dienteillos, característicos en peces de aleta espinosas.

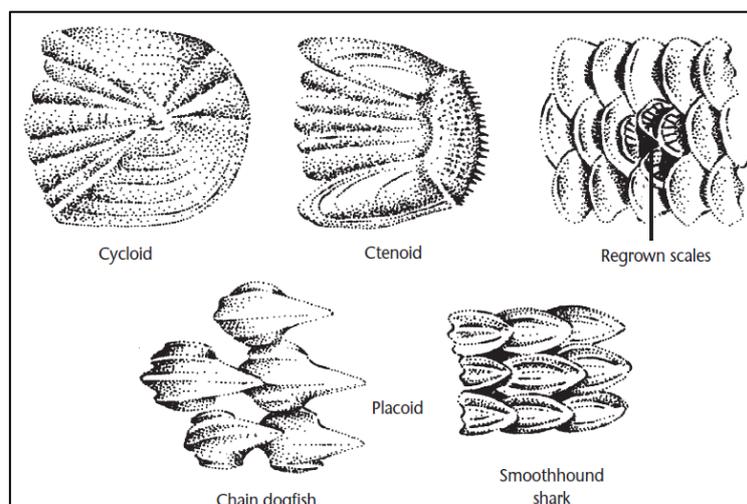


Figura 1. Tipos de escamas de pescado

Estructuralmente están compuestas por fosfato cálcico y colágeno tipo I. el colágeno se encuentra en la capa interna de las escamas. El colágeno es la proteína de mayor abundancia del reino animal, el cual constituye la mayor parte de la masa orgánica de la piel, tendones, los vasos sanguíneos, los huesos, el cartílago, la córnea, el humor vítreo del ojo, los dientes y las membranas basales. Las fibras de colágeno forman la matriz de los huesos sobre la que precipitan los constituyentes minerales. La importancia del colágeno queda patente por su alta concentración en todos los órganos con porcentajes en peso de tejido, en algunos de los tejidos y órganos representativos.

Otro punto importante es que el rendimiento de un bioadsorbente no solo depende de la composición química del mismo y de la naturaleza de los solutos, sino también se ve influenciado por diferentes factores (Vijayaraghavan, K y Balasubramanian, R, 2015):

- a) Efecto de la temperatura. Un aumento elevado de la temperatura puede causar un cambio en la textura del sorbente y un deterioro del mismo ocasionando una pérdida de su capacidad de sorción (Tejada, 2013). Por otro lado, la adsorción se incrementa a bajas temperaturas ya que generalmente el proceso de adsorción es de naturaleza exotérmica, por lo tanto, de acuerdo al principio de Le Chatelier a bajas temperaturas el equilibrio de adsorción se verá favorecido.
- b) Efecto del pH. La adsorción de iones metálicos depende tanto de la naturaleza de la superficie adsorbente como de la distribución de las especies químicas del metal en la solución acuosa. El valor del pH de la fase acuosa es el factor más importante tanto en la adsorción de cationes como de aniones, siendo el efecto distinto en ambos casos. Así, mientras que la adsorción de cationes suele estar favorecida para valores de pH superiores a 4,5, la adsorción de aniones prefiere un valor entre 1,5 y 4.
- c) Efecto del tamaño de partícula. La adsorción tiene lugar fundamentalmente en el interior de las partículas, sobre las paredes de los poros en puntos específicos, es decir que mientras más pequeña sea

la partícula, esta tendrá mayor área superficial, o sea mayor área de la superficie interna para interactuar con el adsorbente.

- d) Efecto de la concentración inicial. La concentración del adsorbato influye en la especiación del adsorbato y, de esta manera, en su disponibilidad para ser captado por el adsorbente.
- e) Efecto de cantidad de adsorbente. La cantidad de adsorbente está directamente relacionada a la superficie disponible para la adsorción y a la cantidad de posibles grupos funcionales superficiales disponibles para captar al adsorbato.

Con la finalidad de determinar la capacidad de adsorción en el equilibrio de los bioadsorbentes consideramos la siguiente ecuación:

$$Q = (C_o - C_{eq}) * \frac{V}{m} \quad \dots \text{Fórmula 1}$$

Donde:

Q: es la adsorción de plomo (mg/g);

Co: concentración inicial de los iones plomo

Ceq: concentración final de los iones plomo en el equilibrio (mg/L),

V: volumen de la solución (L)

m: masa de adsorbente (g)

1.3.2 Marco conceptual

Adsorción. Es un fenómeno de atracción de partículas, donde se extrae materia de una fase y se concentra en la superficie de otra formando láminas moleculares o atómicas. (Lagos, 2016, pág. 17).

Absorción. Consiste en la acumulación de la sustancia absorbida en todo el volumen del adsorbente cambiando su forma. (Ver Figura 2).

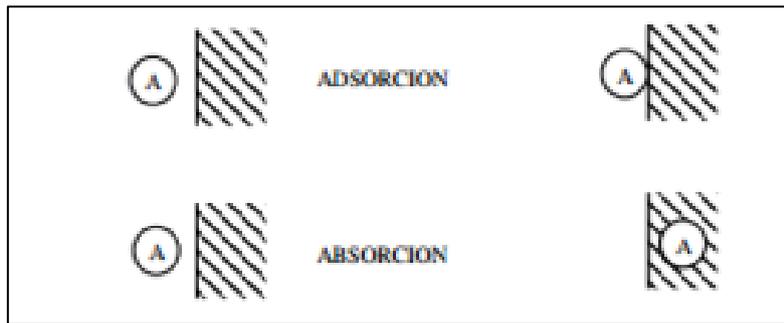


Figura 2. Proceso de sorción

Adsorbente. Fase sólida, que puede ser un compuesto orgánico o inorgánico, donde se concentra el contaminante a remover. (Lagos, 2016, pág. 17).

Adsorbato. Es la fase líquida, aquella sustancia que se concentra en la superficie que se une al adsorbente. (Lagos, 2016, pág. 17).

Adsorción física o fisiosorción. Se da cuando la interacción entre el adsorbato y la superficie del adsorbente se debe sólo a las fuerzas de van der Waals. Las fuerzas de atracción son débiles y se aprecian a bajas temperaturas debido a que los calores de adsorción son bajos. (Castellan, G, 1974, p. 454).

Adsorción química o quimisorción. Se da cuando las moléculas adsorbidas reaccionan químicamente con la superficie, es decir una molécula se adhiere a la superficie a través de la formación de enlaces. Forma una monocapa en la superficie, por esta razón, una isoterma tipo Langmuir es apropiada para interpretar los datos. (Castellan, G, 1974, p. 454).

Bioadsorción. Asimismo, Tejada, C [et al.] (2013. p. 8) describe la bioadsorción como un proceso físico-químico que incluye los fenómenos de adsorción y absorción de moléculas e iones.

Dosis. Cantidad de una sustancia disponible que interactúa con el proceso metabólico o biológico de los receptores una vez que ha cruzado las barreras externas del organismo. (MINAM, 2015).

Prueba de jarras. Corresponde a ensayos a nivel de laboratorio orientados a simular las condiciones de coagulación, floculación y sedimentación del agua residual, para determinar las condiciones óptimas donde se logra mayor eficiencia del proceso.

Escamas. Son huesos membranosos en forma laminar de origen dérmico, incluidos en una bolsa epidérmica de tejido conjuntivo fibrilar, derivados del exoesqueletos de los primitivos ostracodermos y los placodermos (Rojo, 1988).

Plomo. Es un elemento químico de apariencia gris azulado y se encuentra en el grupo 4B de la tabla periódica, junto con el carbono, silicio, germanio y estaño, su estado de oxidación son 0, +2, +4 tiene un numero de valencia generalmente de 2, pero también reacciona con la valencia de 4, en este caso el Pb^{4+} solo existe bajo condiciones de pH extremas. Tiene un número atómico de 82. (Elementos.org, 2016).

1.3.3 Marco legal

Las normas que regulan la concentración de plomo en el agua, se da en el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, las cuales son aplicados en el ámbito nacional. Considera las siguientes precisiones:

- Categoría 1. Poblacional y Recreacional
- Categoría 2. Actividades Marino Costeras.
- Categoría 3. Riego de Vegetales y Bebida de Animales.
- Categoría 4. Conservación del Ambiente Acuático.

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema general

¿En qué medida la bioadsorción con escamas de pescado remueven plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la dosis óptima de escamas de pescado que permite una mayor remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017?
- ¿De qué manera los factores operacionales influyen en la capacidad de bioadsorción de las escamas de pescado para remover plomo en aguas del río San Juan-Pasco?

1.5 Justificación del estudio

Cerro de Pasco, ubicado en los andes centrales del Perú a una altura de 4,338 metros sobre el mar, con una población de 70 mil habitantes, es la ciudad más alta del mundo cuyas entrañas reservan minerales como el plomo, zinc y plata. La extracción de metales hasta la fecha genera preocupación de la población por la posible contaminación de los ríos de la zona y la exposición a altos niveles de concentración de los metales pesados. (Bianchini, 2009, p. 15).

Diversos estudios de la calidad del agua demuestran una alarmante presencia de plomo en las aguas de la ciudad de Quiulacocha y Yurajhuanca. También se reportó que el río San Juan está siendo afectado por la industria minera pues recibe los vertimientos de la relavera Quiulacocha (antes una laguna), de la minera El Brocal y de las descargas domésticas de Cerro de Pasco. Por ejemplo el 25 de febrero del 2000, la DIGESA Pasco, reportó que el agua tiene 2.3 mg/L de plomo superando grandemente los niveles que dispone la ley (0.05 mg/L). En el 2007, la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA) da la alerta sobre la contaminación del agua por metales pesados (plomo, zinc, manganeso, cadmio y cobre) en las cuencas de los ríos Alto Huallaga, San Juan y en la sub cuenca del río Tingo.

Para el año 2012, la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en el Informe Técnico N° 014–2014, confirma altas concentraciones de plomo en el río San Juan superando lo establecido en la ley. El año 2012, el Gobierno Peruano declaró en Emergencia Ambiental por 90 días a las comunidades de

Champamarca, Quiulacocha, Paragsha y Asentamiento Humano José Carlos Mariátegui, incluyendo a las localidades de Sacra Familia y Yurajhuanca en Cerro de Pasco, mediante la RM N° 117 – 2012-MINAM.

Por ello, esta investigación pretende remover el plomo presente en las aguas del río San Juan- Pasco mediante la adsorción en escamas de pescado, material que es desechado sin darle un valor agregado.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

El proceso de bioadsorción con escamas de pescado remueve plomo fortificado en aguas del río San Juan-Pasco, 2017.

1.6.2 Hipótesis específicos

- Existe una dosis óptima de adsorbente que permite una mayor remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.
- Los factores de operación influyen significativamente en la remoción de plomo a partir de aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar si la bioadsorción con escamas de pescado remueven plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

1.7.2 Objetivos específicos

- Determinar la dosis óptima de bioadsorbente para una mayor remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.
- Determinar si los factores de operación influyen significativamente en la bioadsorción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Esta investigación es de diseño experimental, ya que busca comprobar si la bioadsorción con escamas de pescado (variable indirecta - manipulada) ejerce efecto sobre la remoción de aguas fortificadas con plomo del río San Juan (variable dependiente). Sampieri, (2010) señala que el tipo de estudio explicativo busca responder el porqué de los hechos mediante la relación de causa-efecto de dos o más variables (p.98), por lo que se determinó la relación entre la bioadsorción con escamas de pescado en la remoción de aguas fortificadas con plomo del río San Juan.

2.2 Variables y operacionalización

2.2.1 Variables

Independiente: Bioadsorción con escamas de pescado

Dependiente: Remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

2.2.2 Operacionalización

Variable Independiente: Bioadsorción con escamas de pescado

Las escamas de pescado fueron caracterizadas con diferentes tamaños, para su posterior adición en aguas con plomo. Los ensayos experimentales de bioadsorción se realizaron en el floculador mecánico o test de jarras, a diferentes condiciones operacionales.

Variable dependiente: Remoción de aguas fortificadas con plomo del río San Juan-Pasco, 2017.

La cantidad removida de plomo (II) se calculó con la diferencia de concentraciones iniciales y finales del metal en el agua fortificada, haciendo uso de la espectrofotometría de absorción atómica. Así mismo, tener en cuenta los parámetros indirectos (pH y temperatura) que afectan el proceso de remoción.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población:

La población está determinada por el caudal del río San Juan, el cual es un afluente principal de la cuenca del río Mantaro y nace de la unión de los ríos Rancas y Alcacocha, bajo las coordenadas geográficas S: $10^{\circ}38'59''$ y W: $76^{\circ}20'04''$ a una altitud de 4,200 m.s.n.m. (INRENA, 2002).

Fuente: Imagen Google Eart. 2017



Figura 3. Sub cuenca del río San Juan

2.3.2 Muestra:

La muestra fue tomada a través de la técnica de muestreo no probabilístico, ya que se tomaron a criterio y a la necesidad del investigador (Ávila, 2006, p. 89). El volumen requerido para los ensayos correspondientes fue de 20 litros.

Fuente. Imagen propia



Figura 4. Punto de muestreo

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

2.4.1 Descripción del procedimiento

1. Recolección de la muestra: agua del río San Juan-Pasco.

Se identificó el punto de monitoreo (estación de monitoreo de la ANA) ubicada en el puente de Yurajhuanca. Se realizó el registro de coordenadas UTM en el sistema WGS 84, haciendo uso del GPS.

Punto	Este	Norte
1	357375	8816528

Cuadro 1. Coordenadas del punto de monitoreo

La recolección de muestra se realizó siguiendo las indicaciones del Protocolo de monitoreo de la calidad del agua.

Se utilizó el multiparámetro para la medición en campo de la muestra problema.

Las muestras se colocaron en un cooler con refrigerante (ice pack), para asegurar su conservación hasta la llegada al laboratorio.

2. Obtención del adsorbente: escamas de pescado

Las escamas se extrajeron de 25 Kg de pescado lisa del terminal pesquero de Villa El Salvador. Se procedió al lavado de las escamas con abundante agua potable, para luego secarlas a temperatura ambiente por dos días. Ya secadas se colocaron en un molino casero para la reducción de su tamaño. El rendimiento fue de:

Peso de pescado lisa (kg)	Peso de escamas secas (kg)	Rendimiento (%)
25	0.638	2.55 %

Cuadro 2. Rendimiento de las escamas de pescado.

Rendimiento es igual a:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{peso de escamas secas}}{\text{peso de pescado}} * 10 \quad \dots \text{ F\acute{o}rmula 2}$$

3. Caracterización del adsorbente: escamas de pescado

Se determinó el porcentaje de humedad: Es la cantidad de agua presente en una muestra; se expresa como la relación entre la masa de agua presente en una masa de materia seca. Pesar en una capsula de papel aluminio 1 g de muestra, llevar a una estufa a 70°C por un lapso de 3 horas. Luego dejar enfriar en el desecador y volver a pesar.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(W_0 - W_f)}{W_0} * 100 \quad \dots \text{ F\acute{o}rmula 3}$$

Donde W_i es la masa inicial del adsorbente antes de ingresar a la estufa y W_f es la masa luego de dejar enfriar la muestra en el desecador.

Determinación del porcentaje de cenizas. Es la cantidad de material inorgánico: Ca, Na, Mg, Cl, entre otros, que queda en una muestra después de la calcinación. El procedimiento experimental es: pesar 0,3 g de escamas de pescado con una granulometría mayor a 350 um, en un crisol (previamente pesado), anotar el peso. Llevar los crisoles a la mufla a 500 °C por 5 horas. Transcurrido el tiempo, retirar el crisol y dejar temperar en el desecador para su posterior pesado. Repetir por triplicado.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{W_f}{W_0} * 100 \quad \dots \text{ F\acute{o}rmula 4}$$

Dónde: W_f : peso final; W_0 : peso inicial

4. Preparación del agua fortificada con plomo y ajuste del pH

El análisis preliminar de la muestra contaminada de agua presento una concentración muy baja de plomo por lo que tuvo que ser fortificado a 6 mg/L para una mejor visualización del tratamiento de remoción, ya que a altas concentraciones de plomo la cantidad removida es mayor. El ajuste de pH se realizó entre 4.5-5.7 con HCl 0.1 N.

a) Reactivos, materiales y equipos

- ✓ Nitrato de plomo Pb (NO₃)₂
- ✓ Ácido clorhídrico (HCl) al 30% de pureza
- ✓ Fiola de 50, 100, 500 y 1000 ml
- ✓ Pipeta y bombilla
- ✓ Espátula
- ✓ Potenciómetro
- ✓ Espectrofotómetros de absorción atómica

b) Preparación de solución de 6ppm de plomo

Se preparó una solución patrón de 100 ppm de plomo, para ello se pesó 159,85 mg de nitrato de plomo y enrazo en una fiola de 1000 ml. Esta solución patrón contiene 100 ppm de plomo. A partir de esta solución se realiza la dilución correspondiente mediante la siguiente formula.

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

Donde:

C₁, V₁ es la concentración y volumen de la solución patrón; C₂, V₂, concentración y volumen de la solución diluida.

Remplazando:

$$100\frac{mg}{L} * X_L = \frac{6mg}{L} * 7 L$$

$$X_L = 0,42 L \text{ o } 420 ml$$

En conclusión, se tomó 420 ml de la solución patrón de 100 ppm con una probeta de 100 ml y se enrasó con la muestra de agua hasta 7 litros.

c) Preparación de HCl 0,1

Datos:

Densidad= 1,15 g/ml o 1150 g/L

Pureza= 30 %

Peso molecular: 36,5 g/mol

Primeramente se necesita conocer la normalidad del ácido clorhídrico al 30%, para ello se calcula la cantidad de soluto tomando como referencia la densidad y el porcentaje de pureza.

$$\text{cantidad de soluto} = \text{densidad} * \text{pureza}$$

$$\text{Cantidad de soluto} = \frac{1150 \text{ g disolucion}}{1 \text{ L disolucion}} * \frac{30 \text{ g soluto}}{100 \text{ g disolucion}} * 1 \text{ L de solución}$$

$$\text{Cantidad de soluto} = 345 \text{ g}$$

La normalidad del HCl al 30 % se determina mediante la siguiente ecuación:

$$N = \frac{\# \text{ Equivalente de soluto}}{V \text{ solución (L)}}$$

$$\# \text{ Equiv} = \frac{\text{masa del soluto}}{(\text{Peso molecular}/\text{numero de iones})}$$

Reemplazando:

$$\# \text{ Equiv} = \frac{345 \text{ g}}{36,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 9,45 \text{ mol}$$

Siendo el volumen de 1 litro, la normalidad es 9,45 mol/L. Con esta concentración se procedió a realizar la disolución.

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$9,45 * X = 0,1 * 50ml$$

$$V = 0.53 ml$$

Es decir, se tomó un alícuota de 0.5 ml de HCl al 30% y se afora con agua hasta 50 ml.

5. Estudio de adsorción de plomo con escamas de pescado

Este estudio investiga la influencia de los factores operacionales como la dosis de adsorbente, el tamaño de partícula y el tiempo de residencia mediante la bioadsorción de las escamas de pescado para remover el plomo.

La muestra de agua del río San Juan se ajustado a un pH óptimo de 5.57 con HCl 0.1 N (Lagos, 2015) y a una concentración de plomo de 6 ppm. (Delgado, 2013).

5.1 Influencia de la dosis del adsorbente

Para este estudio se evaluaron tres dosis de adsorbente: 2, 4, y 6 gramos respectivamente; para un volumen de 500 ml de agua a tratar, durante un tiempo de agitación de 30 minutos en el equipo de floculación programable. Cada ensayo se realizó por triplicado bajo las mismas condiciones. La muestra tratada se dejó reposar por 20 minutos para su filtración, luego las muestras se conservaron en frascos de plástico a 4°C para su análisis respectivo.

5.2 Influencia del tiempo de contacto.

Los tiempos de estudio son: 15, 30 y 60 minutos, para un volumen de 500 ml de muestra. La masa de adsorbente es de 6 g, se dejó reposar por 20 minutos después de su agitación. Cada ensayo se realizó por triplicado bajo las mismas condiciones.

5.3 Influencia del tamaño de partícula

Para este estudio se trabajó con tres diferentes tamices: 250 um, 355 um y mayor a 355 um, con el equipo "Rotab" para la separación de tamaño. Cada ensayo se realizó por triplicado bajo las mismas condiciones. Se

tomó en cuenta la metodología usada por la ASTM E11-09 e ISO 565, 3310-1.

5.4 Efecto de la concentración inicial

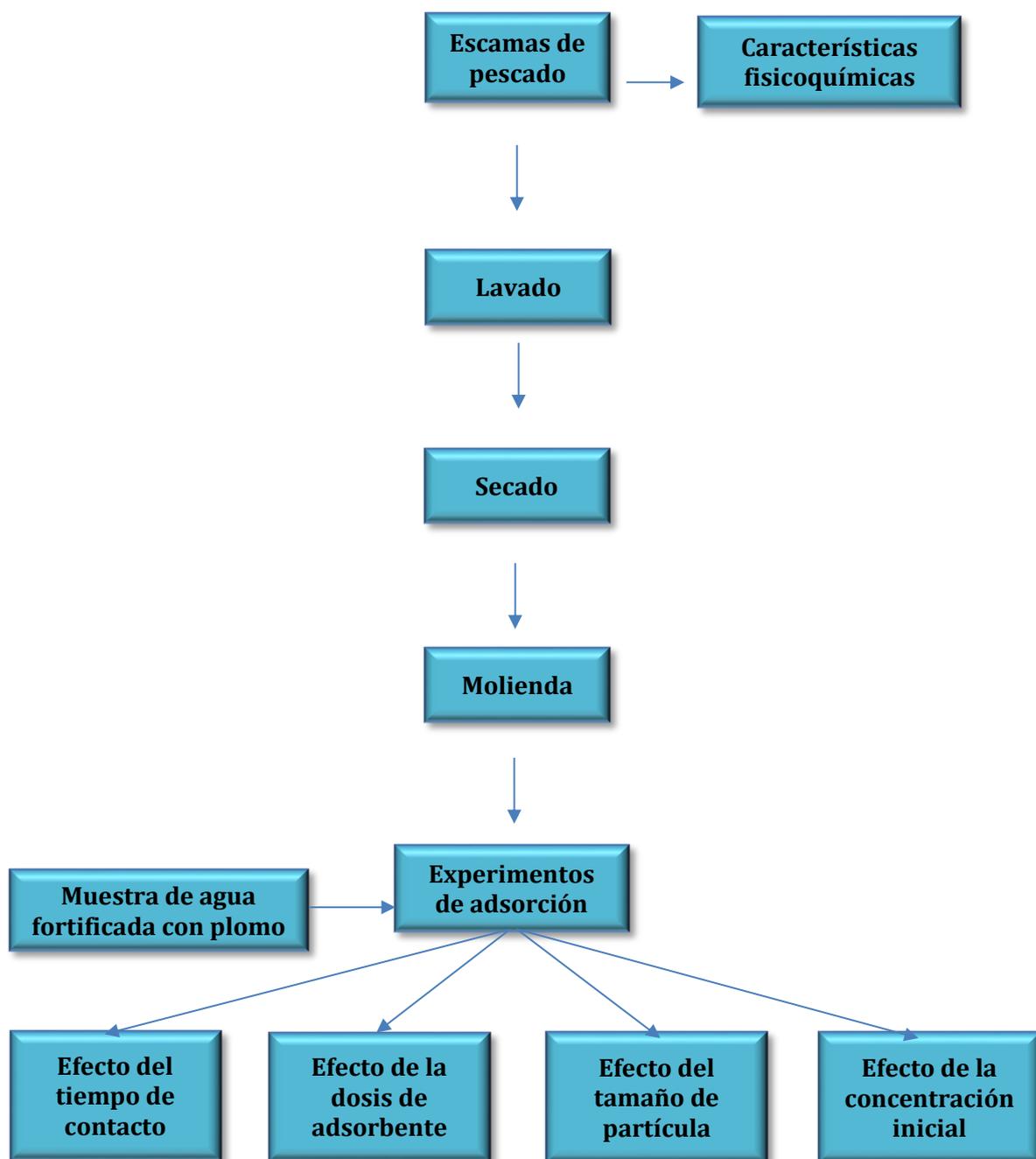
La concentración del adsorbato influye en la especiación del adsorbato y, de esta manera, en su disponibilidad para ser captado por el adsorbente.

Cuadro 3. Caracterización granulométrica

Numero de malla (mesh)	Tamaño de partícula	Peso inicial	Peso en malla	Rendimiento $(p_o/p_f)*100\%$
60	250 μm	638	328	51.41%
45	355 μm	638	186	29.15%
-	> 355 μm	638	124	19.44%

Fuente. Elaboración propia

Figura 5. Procedimiento experimental



Fuente. Elaboración propia

2.4.2 Técnica de recolección de datos

Según Rodríguez Pañuelas (2008), las técnicas son los medios para recolectar información entre la que destacan la observación, la cual brinda conocer la realidad a partir de la percepción directa de los objetos y fenómenos. En virtud a ello para esta investigación se utilizara la técnica de observación experimental, a través de fichas donde se registran los datos recolectados.

2.4.3 Instrumento de recolección de datos

Moreno, E. (2013) señala que un instrumento es la herramienta utilizada por el investigador para recolectar la información de la muestra seleccionada y poder resolver el problema de investigación.

En este sentido, el instrumento utilizado para esta investigación será las fichas de observación para cada variable.

2.4.4 Validez y confiabilidad

Para la presente investigación la validez del instrumento fue verificada por el juicio de expertos, que mediante su experiencia, evaluaron los indicadores y observaron algunos puntos para la mejora del trabajo.

Los profesionales son docentes e investigadores calificados de la Universidad Cesar Vallejo – Lima Este.

La confiabilidad es el grado en que un instrumento de medición produce resultados iguales al ser aplicado repetitivamente. (Hernández et al., 2006, p. 277), por lo tanto en esta investigación el porcentaje de confiabilidad en promedio fue del 84 %, lo que se considera excelente.

Cuadro 4. Validez y confiabilidad

NOMBRE DEL EXPERTO	PUNTUACIÓN (%)
Dr. Delgado Arenas, Antonio	90
Dr. Valdiviezo Gonzales, Lorgio	70
Mg. Cuellar Bautista José Eloy	85
Mg. Sernaque Auccahuasi, Fernando	95
Dr. Sabino Muñoz	80
PROMEDIO	84

Fuente. Elaboración propia

2.5 Métodos de análisis de datos

2.5.1 Recojo de datos en la ficha

El recojo de datos se realizó mediante las fichas de observación. Para la variable independiente se tienen dos dimensiones a medir: la dosis óptima y los factores operacionales. Cada medida de las dimensiones se realizó por triplicado. Los ensayos se desarrollaron en el laboratorio de biotecnología siendo el tiempo de recojo de datos por una semana.

Por otro lado, el recojo de datos de la variable dependiente se realizó midiendo los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua del río San Juan, además se cuantificó el porcentaje de plomo removido mediante espectrofotometría de absorción atómica.

2.5.2 Proceso de análisis de datos

Se utilizarán los siguientes métodos de análisis de datos: Microsoft Excel; para el diseño de gráficas, cuadros y tablas; y el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 21, para el procesamiento de datos recolectados. Los datos serán tratados a través de la prueba estadística de t de student.

2.6 Aspectos éticos

La siguiente investigación se realizó en base a criterios éticos como ingeniera ambiental, el cual propone soluciones ante problemas ambientales como la contaminación del agua y preservación del medio ambiente.

Los estudios fueron realizados en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo, el cual brinda las condiciones de calidad para un buen desarrollo de los ensayos.

En esta investigación no se han alterado los datos de los análisis, por lo que garantizo la veracidad y confiabilidad de los resultados expuestos en esta investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis del agua del río San Juan

La medición de parámetros insitu se realizó con el equipo multiparámetro, y consta del pH, la salinidad, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos. La turbidez fue medida con el turbidímetro en el laboratorio de biotecnología.

Cuadro 5. Análisis de parámetros insitu

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	Resultados
Potencial de hidrógeno (pH)	Numérico	APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B	7.72
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B	17
Conductividad eléctrica	μS/cm	APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B	511
Sólido disuelto total (SDT)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) método 2540 C	363
Turbidez	NTU	SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)	16.7

Fuente: Elaboración propia

En el mismo sentido la muestra de agua se trasladó al laboratorio de Biotecnología UCV, para su respectivo análisis. (Anexo 3.1).

3.2 Análisis de la muestra de agua fortificada con plomo

Según el anexo 3.1, la muestra de agua contiene una baja concentración de plomo por lo que se fortifico con este metal a una concentración de 6ppm. La lectura se realizó en el espectrofotómetro de absorción atómica, en el laboratorio de Biotecnología UCV. (Anexo 3.2).

3.3 Caracterización del adsorbente

El contenido de agua presente en las escamas de pescado fue de 70.6%.

Cuadro 6. Porcentaje de humedad

Repetición	Peso inicial	Peso muestra	Peso final	% Humedad	Promedio
1	0.3942	1.0051	1.1019	70.4%	70.6%
2	0.3552	1.0342	1.092	71.2%	
3	0.3277	1.0168	1.0408	70.1%	

Fuente. Elaboración propia

El contenido de materia inorgánica presente en las escamas de pescado fue de 42%.

Cuadro 7. Porcentaje de cenizas

Repetición	Peso inicial	Peso muestra	Peso final	% Cenizas	Promedio
1	39.6677	0.3026	39.7978	43.0%	42.0%
2	38.8789	0.302	39.0048	41.7%	
3	41.5264	0.3028	41.6513	41.3%	

Fuente. Elaboración propia

3.4 Estudios de adsorción de plomo

a) Determinación de la dosis óptima de adsorbente

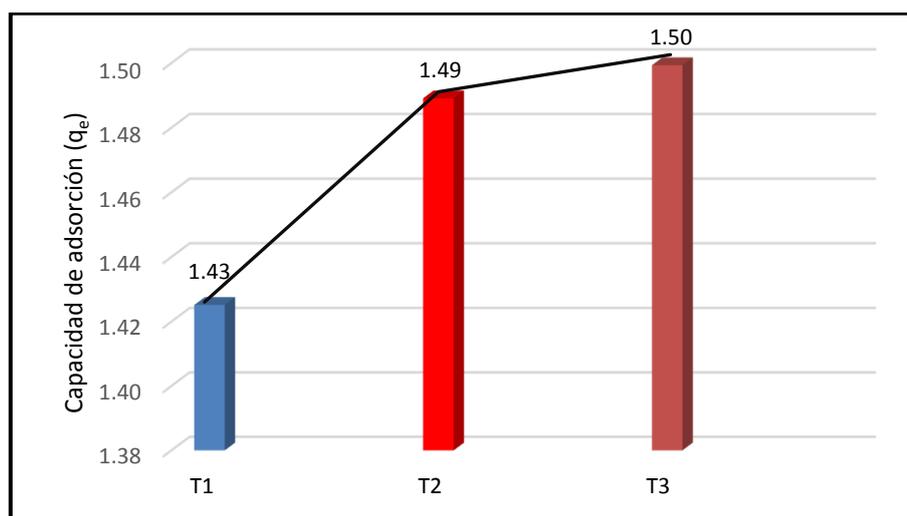
Los ensayos se realizaron con tres dosis diferentes de escamas de pescado: bajo (2 g), medio (4 g) y alto (6 g), los cuales se introdujeron por triplicado en 500 ml del agua fortificada. La concentración inicial con la que se trabajó fue de 6.008 mg/L, llegando hasta una concentración final de 0.074.

Cuadro 8. Bioadsorción de plomo con respecto a la dosis

Tratamiento	Dosis	Concentración inicial Pb	Concentración final Pb	Cantidad de plomo adsorbido	% Remoción	% Remoción en promedio	Capacidad de adsorción por muestra (qe)	Capacidad de adsorción por tratamiento
T1	2 g	6.088	0.403	5.69	93%	94%	1.42	1.43
		6.088	0.371	5.72	94%		1.43	
		6.088	0.388	5.70	94%		1.43	
T2	4 g	6.088	0.130	5.96	98%	98%	1.49	1.49
		6.088	0.198	5.89	97%		1.47	
		6.088	0.067	6.02	99%		1.51	
T3	6 g	6.088	0.104	5.98	98%	99%	1.50	1.50
		6.088	0.074	6.01	99%		1.50	
		6.088	0.094	5.99	98%		1.50	

Fuente: Elaboración propia

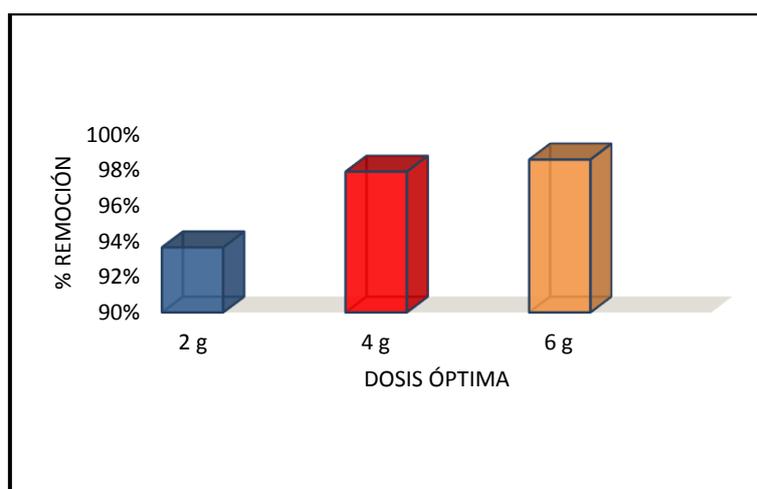
Gráfico 1. Capacidad de adsorción del plomo según la dosis



Fuente. Elaboración propia

Interpretación. En este gráfico se puede observar que las escamas de pescado son muy eficientes en la adsorción de plomo. Siendo la dosis de 6 gramos la que remueve 1.50 mg de plomo por gramo de escamas. Con el segundo tratamiento (4 g), la capacidad de adsorción es de 1.49 por lo que se puede trabajar con cualquiera de estas dosis.

Gráfico 2. Remoción de plomo en promedio con respecto a la dosis



Fuente. Elaboración propia

Interpretación. En este gráfico se puede observar que para el tercer tratamiento (6 gramos), el porcentaje de remoción de plomo fue del 99%, siendo esta dosis la más óptima los tratamientos de bioadsorción. Señalar también que, en el segundo tratamiento (4 gramos), el porcentaje de remoción fue del 98%, por lo que se podría tomar como una segunda opción en los ensayos de bioadsorción.

b) Influencia de los factores operacionales

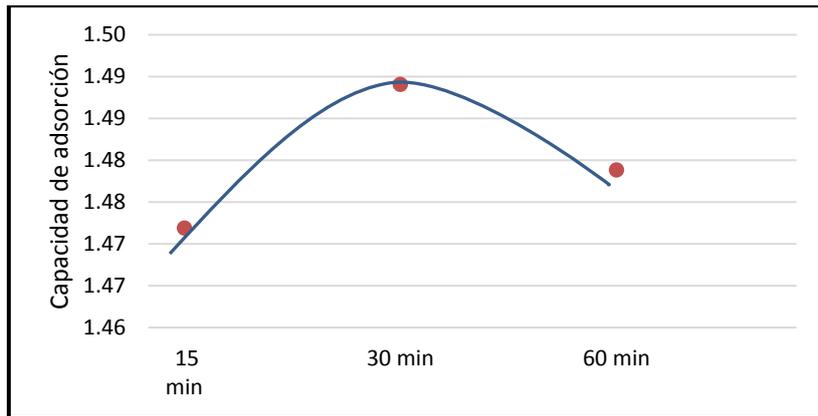
b.1. Influencia del tiempo. Tal como se observa en el cuadro N° 9, los experimentos de adsorción se realizaron bajo tres condiciones diferentes de tiempo: 15, 30 y 60 minutos respectivamente.

Cuadro 9. . Bioadsorción de plomo con respecto al tiempo de contacto

Tratamiento	Tiempo	Concentración inicial Pb	Concentración final Pb	Cantidad de plomo adsorbido	% Remoción por muestra	% Remoción en promedio	Capacidad de adsorción por muestra	Capacidad de adsorción por tratamiento
T1	15 min	6.088	0.283	5.805	95.35	96.71	1.45	1.47
		6.088	0.106	5.982	98.26		1.50	
		6.088	0.212	5.876	96.52		1.47	
T2	30 min	6.088	0.130	5.958	97.86	97.84	1.49	1.49
		6.088	0.198	5.89	96.75		1.47	
		6.088	0.067	6.021	98.90		1.51	
T3	60 min	6.088	0.159	5.929	97.39	97.16	1.48	1.48
		6.088	0.183	5.905	96.99		1.48	
		6.088	0.176	5.912	97.11		1.48	

Fuente. Elaboración propia

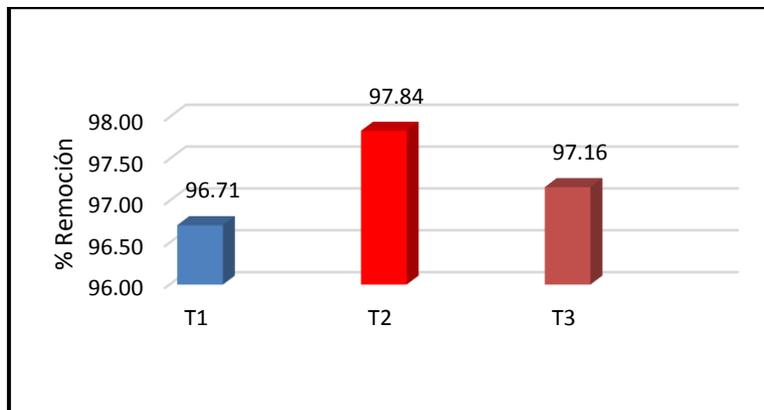
Gráfico 3. Capacidad de adsorción con respecto al tiempo



Fuente. Elaboración propia

Interpretación. Se puede observar claramente que el proceso de adsorción llega a alcanzar la mayor capacidad de adsorción a los 30 minutos de contacto. Pasado este tiempo, el proceso resulta desfavorable.

Gráfico 4. . Remoción de plomo con respecto a al tiempo de contacto



Fuente. Elaboración propia

Interpretación. En este grafico se puede observar que el mayor porcentaje de remoción se dio a los 30 minutos de estar en contacto con el adsorbente, transcurrido este tiempo el proceso de bioadsorción se hace desfavorable, tanto para tiempos menores y mayores a 30 minutos.

b.2. Influencia del tamaño de partícula

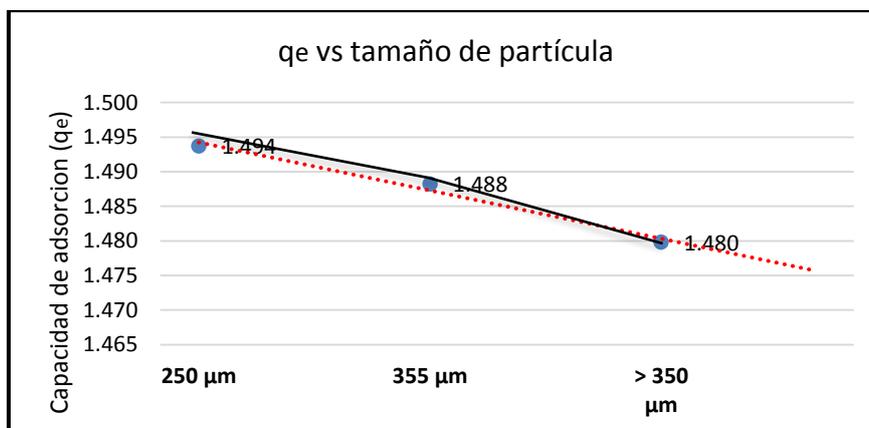
Se realizó el estudio de adsorción con respecto a la granulometría (cuadro 5), con una dosis óptima de 6 gramos.

Cuadro 10. . Bioadsorción de plomo vs tamaño de partícula

Granulometría	masa de adsorbente	Concentración inicial Pb	Concentración final Pb	% Remoción Pb	% Remoción Pb	Capacidad de adsorción por muestra	Capacidad de adsorción por tratamiento
250 μm	6	6.088	0.088	98.55	98.14	1.50	1.494
	6	6.088	0.122	98.00		1.49	
	6	6.088	0.129	97.88		1.49	
355 μm	6	6.088	0.112	98.16	97.78	1.49	1.488
	6	6.088	0.16	97.37		1.48	
	6	6.088	0.133	97.82		1.49	
> 350 μm	6	6.088	0.130	97.86	97.23	1.49	1.480
	6	6.088	0.198	96.75		1.47	
	6	6.088	0.178	97.08		1.48	

Fuente: Elaboración propia

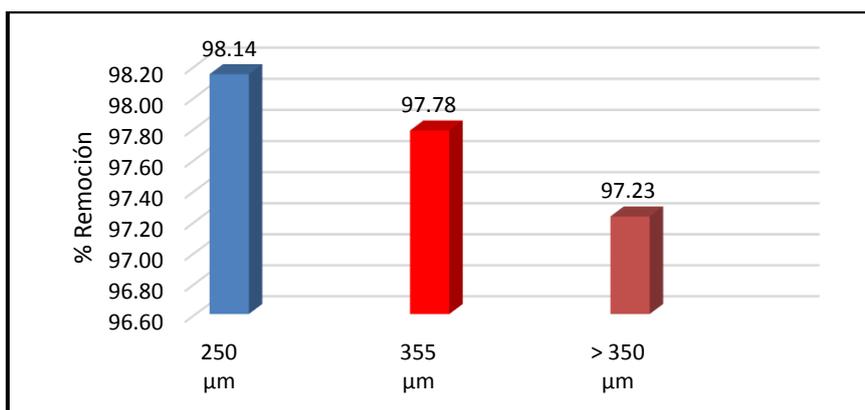
Gráfico 5. Capacidad de adsorción con respecto a la granulometría



Fuente. Elaboración propia

Interpretación. Se observó que al utilizar un tamaño de grano de 250 μm , las escamas de pescado alcanzan una adsorción de 1.494 mg de plomo por cada gramo de escamas de pescado. Sin embargo, no existe mucha diferencia significativa entre los tres tratamientos, pues la gráfica comprende una tendencia casi lineal, siendo la variación máxima es de 0.01 mg/L.

Gráfico 6. Remoción de plomo vs tamaño de partícula



Fuente. Elaboración propia

Interpretación. Al utilizar un tamaño de grano de 250 μm , las escamas de pescado alcanzan una remoción del 98.14% de plomo. Sin embargo, no existe mucha diferencia significativa entre los tres tratamientos, pues la variación máxima es de 0.5 mg/L, siendo factible trabajar con cualquier tratamiento.

b.3. Influencia de la concentración inicial de plomo

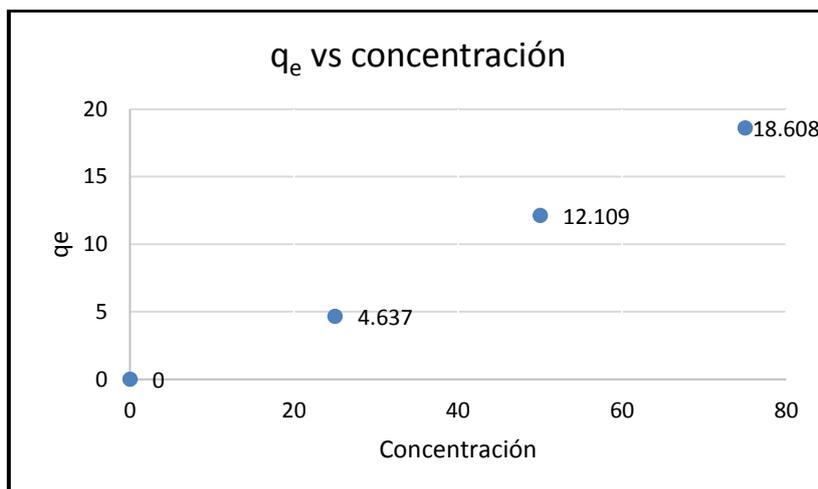
Se trabajó a diferentes valores de concentración: 25, 50 y 75 mg/L de plomo. Teniendo en cuenta los factores óptimos de operación: 6 gramos de adsorbente, 30 minutos del tiempo de contacto, y con tamaño de grano 250 μm . Los ensayos se realizaron por triplicado.

Cuadro 11. Bioadsorción con respecto a la concentración

Concentración inicial Pb	Concentración final Pb	% Remoción Pb	% Remoción promedio	Capacidad de adsorción por muestra	Capacidad de adsorción por tratamiento
25	6.555	73.78	74.1867	4.61	4.637
25	7.016	71.94		4.50	
25	5.789	76.84		4.80	
50	2.531	94.94	96.8687	11.87	12.109
50	1.148	97.70		12.21	
50	1.018	97.96		12.25	
75	0.468	99.38	99.2422	18.63	18.608
75	0.286	99.62		18.68	
75	0.951	98.73		18.51	

Fuente. Elaboración propia

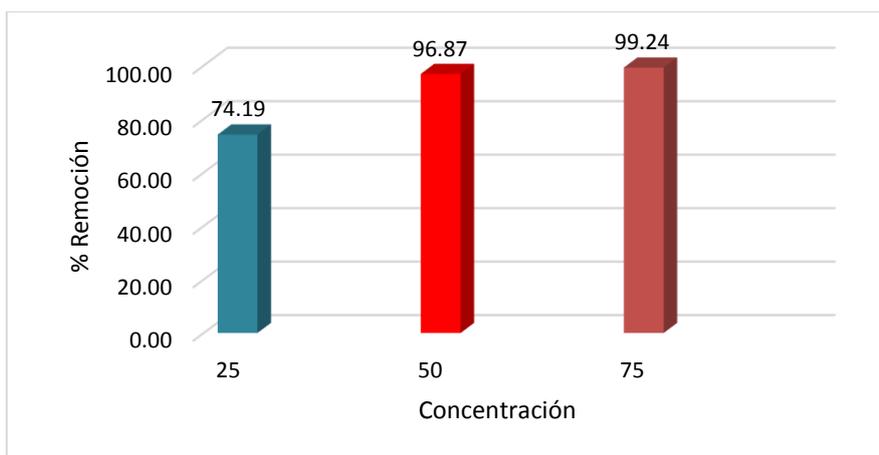
Gráfico 7. Capacidad de adsorción con respecto a la concentración



Fuente. Elaboración propia

Interpretación. La capacidad de adsorción de las escamas de pescado presenta una relación lineal con respecto a la concentración. A mayor concentración mayor será la capacidad de adsorción de las escamas de pescado. Con esto se demuestra que estas dos variables son directamente proporcionales. La mayor capacidad de adsorción se da los 75 ppm.

Gráfico 8. Capacidad de adsorción con respecto a la concentración



Fuente. Elaboración propia

Interpretación. A mayor concentración de plomo mayor será el porcentaje de remoción. Siendo la concentración de 75 ppm el que remueve mayor porcentaje de remoción: 99.24%.

3.5 Análisis inferencial

3.5.1 Prueba de normalidad

En la prueba de Normalidad se considera la cantidad de muestras que se maneja para la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco. Por ello, para la determinación del comportamiento de los resultados, se tomó el nivel de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk, debido a que los datos experimentales son menores a 30.

Si $\rho_v \leq 0.05$, los datos de la muestra no provienen de una distribución normal.

Si $\rho_v > 0.05$, los datos de la muestra provienen de una distribución normal.

Cuadro 12. Capacidad de adsorción con respecto a la concentración

TRATAMIENTO		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
REMOCIÓN	T1	,964	3	,637
	T2	,998	3	,915
	T3	,964	3	,637
	T4	,990	3	,806
	T5	,998	3	,915
	T6	,964	3	,637
	T7	,923	3	,463
	T8	,987	3	,780
	T9	,998	3	,915

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 12, se evidencia que el SIG de los resultados obtenidos son menores a 0.05, lo que indica que los datos trabajados para evidenciar la remoción de las aguas fortificadas con plomo del río San Juan-Pasco son paramétricos, por tanto para la validación de las hipótesis se utilizará la estadística T-STUDENT.

3.5.2 Contraste de hipótesis

a) Prueba de hipótesis general

H₀: La bioadsorción en escamas de pescado no remueven plomo en aguas del río San Juan-Pasco, 2017.

H_a: La bioadsorción en escamas de pescado remueven fortificadas con plomo del río San Juan-Pasco, 2017.

Cuadro 13. Prueba T - Hipótesis General

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	REMOCION_0	6,0880	27	,00000	,00000
	REMOCION_FINAL	5,9237	27	,09377	,01805

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14. Prueba Muestras emparejadas - Hipótesis General

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	REMOCION_0 - REMOCION_FINAL	,16430	,09377	,01805	,12720	,20139	9,104	26	,000

Fuente: Elaboración propia

En la cuadro N° 14, se observa que el nivel de significancia de las evaluaciones de bioadsorción con escamas de pescado es de 0.000, siendo este menor a 0.05. Por ello, se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis alterna o hipótesis del investigador, quedando demostrado que la bioadsorción en escamas de pescado remueven plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

b) Prueba de hipótesis específicas

Prueba de hipótesis específica 1

H₀: Existe una dosis óptima de adsorbente que no permite una mayor remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

H_a: Existe una dosis óptima de adsorbente que permite una mayor remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

Cuadro 15. Prueba T - Hipótesis Específica 1

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	C_INICIAL	6,0880	9	,00000	,00000
	C_FINAL	5,8844	9	,14099	,04700

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16. Prueba de Muestras emparejadas - Hipótesis Específica 1

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	C_INICIAL - C_FINAL	,20356	,14099	,04700	,09518	,31193	4,331	8	,003

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el nivel de significancia respecto a la aplicación de una dosis óptima de escamas de pescado es de 0.003, siendo este menor a 0.05. Por ello, se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis alterna 1, quedando demostrado que una dosis óptima de adsorbente de escamas de pescado remueven aguas fortificadas con plomo del río San Juan-Pasco, 2017.

✓ Prueba de hipótesis específica 2

Ho: Los factores de operación no influyen significativamente en la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

Ha: Los factores de operación si influyen significativamente en la remoción de plomo en aguas fortificadas del rio San Juan-Pasco, 2017.

Cuadro 17. Prueba T - Hipótesis específica 2

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	C_INICIAL	29,0587	9	34,45600	11,48533
	C_FINAL	28,7878	9	34,23211	11,41070

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18. Prueba de Muestras emparejadas - Hipótesis específica 2

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	C_INICIAL - C_FINAL	,27089	,28402	,09467	,05257	,48921	2,861	8	,021

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 18 se observa que el nivel de significancia de las evaluaciones de los factores de operación es de 0.021, siendo este menor a 0.05. Por ello, se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis alterna 2, quedando demostrado que los factores de operación si influyen significativamente en la remoción de plomo en aguas fortificadas del rio San Juan-Pasco, 2017.

IV. DISCUSIONES

La dosis óptima para el proceso de bioadsorción fue con 6 g de escamas de pescado, donde el porcentaje de remoción de plomo fue del 99%. Sin embargo, al trabajar con dosis menores: 2 y 4 g, la remoción fue del 97 y 98% respectivamente. Este resultado se explica debido a que la cantidad de adsorbente está directamente relacionada a la superficie disponible para la adsorción y a la cantidad de posibles grupos funcionales superficiales disponibles para captar al adsorbato (iones de plomo). (Vijayaraghavan, K y Balasubramanian, R, 2015). Esta investigación obtuvo mayor eficiencia de remoción de plomo con dosis menores a lo expuesto por Delgado (2013), que indica que la dosis más óptima para la remoción de plomo fue de 10 gramos y aquellas menores a esta tienen poca eficiencia de remoción.

El pH que resultó más favorable para el proceso de bioadsorción fue de 5.57, debido a que la adsorción de cationes suele estar favorecida para valores de pH superiores a 4.5 y la adsorción de aniones prefiere un valor entre 1.5 y 4. Además, la naturaleza de la superficie del colágeno presente en la estructura de las escamas de pescado es afín en medios ácidos (Montero et al, 2007). Teoría que refuta Altamirano (2015), que afirma que el rango de pH que permite una mayor remoción de plomo se encuentra entre 3 a 4.

Delgado (2013) también señala, que el efecto de la concentración inicial de adsorbato, tiene un orden inverso con respecto a la remoción de plomo. Sin embargo, en esta investigación se demuestra lo que a mayor concentración de plomo el porcentaje de remoción es mucho mayor, llegando hasta en un 99% para una concentración de 75 mg/L de plomo, esto se debe a que la concentración del adsorbato influye en la especiación del adsorbato y, de esta manera, en su disponibilidad para ser captado por el adsorbente (Vijayaraghavan, K y Balasubramanian, R, 2015).

V. CONCLUSIONES

- La bioadsorción con escamas de pescado resulto ser eficiente para la remoción de plomo, alcanzando una eficiencia del 90%, resultado que coincide con Delgado 2013. El colágeno presente en la estructura química de las escamas de pescado tiene una afinidad en medios ácidos, por lo que resulta más eficiente en pH mayores a 4.
- La dosis óptima para los tratamientos de bioadsorción fue de 6 g, adsorbiendo como mínimo 1.47 mg de plomo por cada gramo de escamas de pescado, con una eficiencia mayor al 99%. Sin embargo, para los tratamientos con 2 y 4 g los resultados siguen siendo igual de favorables, alcanzando una eficiencia del 97 y 98% respectivamente. Concluyéndose que se podría trabajar con cualquiera de estas dosis.
- Los factores operacionales de la bioadsorción influyen directamente en la remoción de plomo, siendo los óptimos un tamaño de partícula de 250 μm , un tiempo de contacto de 30 min y una dosis optima de 6 gramos.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar ensayos para los diferentes metales pesados presentes en aguas contaminadas, de tal manera determinar la factibilidad de este bioadsorbente para el tratamiento de aguas.
- Realizar un estudio con diferentes tipos de peces, determinando así la eficiencia de remoción de las diversas escamas de pescado.
- Realizar los ensayos experimentales en la zona costera del país, tal es el caso de Piura y Tumbes, ya que en estos departamentos la actividad pesquera es mayor al igual que la problemática por la contaminación de sus ríos, tal es el caso del río Piura y Zarumilla.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. ALTAMIRANO PAVÓN, Monserrat. Remoción de Pb²⁺ por medio de adsorción en quitosano. 2015.
2. ARELLANO DÍAZ, Javier. Introducción a la ingeniería ambiental. 2002. [en línea], [fecha de consulta 26 de mayo 2017]. ISSN 970-18-7961-9. Disponible en: <https://es.slideshare.net/vladyvostok/introduccion-a-la-ingenier>.
3. ARIAS DUTAN, Paola Lisseth; MARQUEZ MURILLO, Geomar Reinaldo. Estudio de adsorción de plomo utilizando quitosano modificado con hierro. 2017.
4. BALANTA, Danny; GRANDE, Carlos David; ZULUAGA, Fabio. Extracción, identificación, y caracterización de quitosano del micelio de *Aspergillus niger* y sus aplicaciones como material bioabsorbente en el tratamiento de aguas. Revista Iberoamericana de Polímeros, 2010, vol. 11, no 5, p. 297-316.
5. BERROSI, V y CARBAALI, E. Ingresos provenientes de la minería y la promoción del desarrollo en Pasco. Municipalidad Provincial de Pasco. 2007.
6. Biblioteca Virtual de desarrollo sostenible y salud. [en línea]. México, 1987- [fecha de consulta: 18 de junio de 2017]. Disponible en: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPI DISCA&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=110345&indexSearch=ID>.
7. DELGADO HUALLPA, Serapio. Evaluación de escamas de pescado como adsorbente de metales pesados de agua residual. 2013. Universidad Nacional de Ingeniería.
8. Evaluación de la calidad de recursos hídricos en la provincia de Pasco y de la salud en el centro poblado Paragsha. Asociación Civil Centro de Cultura Popular Labor. Bianchini, Flaviano. 2009. Fecha de consulta: 03 de noviembre del 2017. En línea: <http://laborpasco Peru.org.pe/index.php/103-estudios/81-evaluacion-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-en-la-provincia-de-pasco-y-de-la-salud-en-el-centro-poblado-de-paragsha>.

9. GARCÍA GÓMEZ, Angela Goretty, et al. Aprovechamiento de las escamas de la industria acuícola en el departamento del Huila,
10. HADZICH GIROLA, Antonella. Síntesis y Caracterización del Tomato de Zinc a partir del Polvo de Tara (*Caesalpinia Spinosa*) y Óxido de Zinc como Pigmento Anticorrosivo para Pinturas Industriales. 2016.
11. HERNÁNDEZ Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigación. (4ª ed.) México: Mc Graw-Hill Interamericana Editores S.A.
12. HERNÁNDEZ, Carlos Figueroa, et al. Obtención de andamios de colágeno para la restauración del tejido del miocardio. Revista Cubana de Ingeniería, 2017, vol. 7, no 3, p. 15-24.
13. Hernández, L. et al, 2005. Potencial del Quitosano en el Control de las Enfermedades Postcosecha. Revista Mexicana de Fitopatología [en línea]. Fecha de consulta: 2 de julio de 2017. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61223214>> ISSN: 0185-3309.
14. IGWE, J.C and ABIA, Adsorption isotherm studies of Cd (II), Pb (II) and Zn (II) ions bioremediation from aqueous solution using unmodified and EDTA-modified maize cob. Eclat. Quím. [Online]. 2007, vol.32, n.1 [cited 2017-11-19], pp.33-42. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46702007000100005&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0100-4670. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-46702007000100005>.
15. IZQUIERDO SANCHIS, Marta. Eliminación de metales pesados en aguas mediante bioadsorción. Evaluación de materiales y modelación del proceso. 2010.
16. KUYUCAK, N.; VOLESKY, B. Accumulation of cobalt by marine alga. Biotechnology and bioengineering, 1989, vol. 33, no 7, p. 809-814.
17. LAGOS Araujo; KELLY, Lesly. Bioadsorción de cromo con borra de café en efluentes de una industria curtiembre local. Universidad Pontificia Católica del Perú. 2016.
18. MANTARO, A. L. A. Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Mantaro. Perú, Junín: Administración Local del agua-Mantaro-MINAG, 2012.

19. MENDOZA COLINA, Evert Jesús, et al. Remoción de PB (II) de soluciones mediante carbón activado: experimentos en lotes. 2012. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia.
20. Ministerio de agricultura. Perú. Evaluación de recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Mantaro. 2010.
21. Ministerio de la producción. Anual estadístico pesquero y acuícola. 2015.
22. Ministerio del Ambiente. Glosario de términos de sitios contaminados. 2016.
23. Miranda, R y Escala, M. Propiedades de las escamas de pescado.
24. MONTERO, Pilar; BORDERÍAS, A. Javier. Propiedades funcionales del colágeno de pescado en la industria alimentaria. Instituto de Ciencias del Mar, 1989.
25. MUÑOZ, J.; TAPIA, N. Biosorción de Plomo (II) por cáscara de naranja "Citrus Cinensis" pretratada. Facultad de Química e Ingeniería Química. EAP de Química. Lima Perú, 2007.
26. Nakamatsu, J. 2012. La quitosana. Revista de Química PUCP. [en línea]. Fecha de consulta: 2 de julio de 2017. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/6421/6476>.
27. OROZCO, Carmen, et al. Contaminación ambiental: Una visión desde la química. 2002. Vol. 2.
28. Osinergmin. REPORTE DE ANÁLISIS ECONÓMICO SECTORIAL SECTOR MINERÍA. 2016. Fecha de consulta: 03 de noviembre del 2017. En [línea: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES-Mineria-Agosto-2016-GPAE-OS.pdf](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES-Mineria-Agosto-2016-GPAE-OS.pdf)
29. PICCIN, J. S.; DOTTO, G. L. And PINTO, L. A. A. Adsorption isotherms and thermochemical data of FD&C Red n° 40 binding by Chitosan. Braz. J. Chem. Eng. [online]. 2011, vol.28, n.2 [cited 2017-11-19], pp.295-304. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-66322011000200014&lng=en&nrm=iso. ISSN 0104-6632. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-66322011000200014>.

30. QUEVEDO CUENCA, Jorge Oswaldo. Determinación de la capacidad de bioadsorción de plomo aprovechando las propiedades del exoesqueleto del camarón. 2017. Tesis de Licenciatura.
31. QUIÑONES, Edgar, et al. Remoción de plomo y níquel en soluciones acuosas usando biomasa lignocelulósicas: una revisión. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 2013, vol. 16, no 2, p. 479-489.
32. Remoción de plomo y níquel en soluciones acuosas usando biomasa lignocelulósicas: una revisión”, se establecen los bioadsorbentes a usar a partir de biomasa residual para remover plomo y níquel
33. Resumen ejecutivo. El agua: una responsabilidad compartida. 2do informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Cap. IV. El estado del recurso. [En línea]. Pág. 12. Fecha de consulta: 16 de mayo del 2016. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr2-2006/>.
34. REYES, M.; MARTÍNEZ, A. Sociedad nacional de minería petróleo y energía. Los impuestos en el Perú. 2010.
35. SIBILLA, Sara, et al. An overview of the beneficial effects of hydrolysed collagen as a nutraceutical on skin properties: Scientific background and clinical studies. The Open Nutraceuticals Journal, 2015, vol. 8, no 1.
36. TEJADA-TOVAR, Candelaria; VILLABONA-ORTIZ, Ángel; GARCÉS-JARABA, Luz. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. Tecno Lógicas, 2015, vol. 18, no 34, p. 109-123.
37. VELÁSQUEZ, C. Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos. Revista Iberoamericana de polímeros, 2003, vol. 4, no 2, p. 91.
38. VILCHIS GRANADOS, Jaqueline. Adsorción de Pb (II) presente en solución acuosa sobre hidroxiapatitas de calcio, estroncio y bario. 2013. Tesis de pregrado.
39. YUPARI, Anida. Pasivos ambientales mineros en Sudamérica. Estudio elaborado para la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) y el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR), inédito, 2004.

VIII. ANEXOS

8.1 Instrumentos

8.1.1 Matriz de consistencia

Bioadsorción con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017									
TIPO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Unidad de medición
GENERAL	¿En qué medida la bioadsorción con escamas de pescado remueve aguas fortificadas con plomo del río San Juan-Pasco, 2017?	Evaluar si la bioadsorción con escamas de pescado remueve plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.	El proceso de bioadsorción con escamas de pescado remueve plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.	V.I: Bioadsorción con escamas de pescado	La bioadsorción dependiera de las características de las escamas de pescado; además esta capacidad se ve influenciada por ciertos parámetros como el tiempo de contacto, el tamaño de partícula y la dosis del adsorbente. (Delgado, 2016).	Las escamas de pescado fueron caracterizadas con diferentes tamaños, para su posterior adición en aguas con plomo. Los ensayos experimentales de bioadsorción se realizaron en el floculador mecánico o test de jarras, a diferentes condiciones operacionales.	Dosis óptima	bajo medio alto	2 g 4 g 6 g
							Factores de operación	Tamaño de partícula Tiempo de contacto Concentración	µm min mg/L
ESPECÍFICOS	¿Cuál es la dosis óptima de escamas de pescado que permite una mayor remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017? ¿De qué manera los factores operacionales influyen en la capacidad de bioadsorción de las escamas de pescado para remover plomo en aguas del río San Juan-Pasco?	Determinar la dosis óptima de bioadsorbente para una mayor remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017. Determinar si los factores operacionales influyen en la remoción de plomo a partir de aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.	Existe una dosis óptima de adsorbente que permite una mayor remoción de aguas fortificadas con plomo del río San Juan-Pasco, 2017. Los factores de operación influyen significativamente en la remoción de plomo a partir de aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017	V.D: Remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017	Son métodos y/o tecnologías que se usan para la eliminación o reducción de iones metálicos como el plomo, arsénico o mercurio presentes en un medio acuático. (Lagos, 2016).	La cantidad removida de plomo (II) se calculó con la diferencia de concentraciones iniciales y finales del metal en el agua fortificada, haciendo uso de la espectrofotometría de absorción atómica. Así mismo, tener en cuenta los parámetros indirectos (pH y temperatura) que afectan el proceso de remoción.	Parámetros indirectos de remoción	pH Temperatura	4 - 6 °C
							Remoción de plomo	Concentración inicial Concentración final	mg/L mg/L

8.1.2 Fichas de observación

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

Proyecto de investigación: Bioadsorción con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

Línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales

Investigador: Quispe Auqui, Julia Victoria

Lugar de experimentación: Laboratorio de biotecnología - Universidad César Vallejo

Variable independiente: Bioadsorción con escamas de pescado

Tratamiento	Réplicas	Dosis óptima (g)	Tamaño de partícula	Tiempo de contacto	Concentración inicial
T 1	T1-1				
	T1-2				
	T1-3				
T 2	T2-1				
	T2-2				
	T2-3				
T 3	T3-1				
	T3-2				
	T3-3				

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Proyecto de investigación: Capacidad de adsorción de las escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas del río San Juan-Pasco, 2017.

Línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales

Investigador: Quispe Auqui, Julia Victoria

Lugar de experimentación: Laboratorio de biotecnología - Universidad César Vallejo

Variable dependiente: Remoción de aguas fortificadas con plomo del río San Juan-Pasco, 2017

Tratamiento \ Dimensiones		Parámetros físicoquímicos		Remoción	
		pH	Temperatura	Concentración inicial	Concentración final
T 1	T1-1				
	T1-2				
	T1-3				
T 2	T2-1				
	T2-2				
	T2-3				
T 3	T3-1				
	T3-2				
	T3-3				

8.2 Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Semaque Aucallhua Fernando Antonio
 1.2. Cargo e institución donde labora: UCV Docente / TP
 1.3. Especialidad del validador: Ing Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos
 1.5. Título de la investigación: Biodiversión con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan, Pasco - 2017
 1.6. Autor del instrumento: Guilpe August, Julia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					75
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					75
4. Organización	Existe una organización lógica.					95
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					95
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					95
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					95
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Bioadsorción con escamas de pescado

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Dosis óptima	bajo medio alto	✓ ✓ ✓		
Factores de operación	Tamaño de partícula Tiempo de contacto Concentración	✓ ✓ ✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %.

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 27 de Noviembre del 2017

Firma del experto informante.

DNI N° 07268963 Teléfono N° 941424468

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN****I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr. (Mg.) Sernaqui Arcechuan, Fernando Antonio
 1.2. Cargo e institución donde labora: DCU Docente TP
 1.3. Especialidad del validador: Ing Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos.
 1.5. Título de la investigación: Búsqueda con escameros de pescado para la remoción de plomo en aguas fertilizadas del río San Juan - Pasco, 2019.
 1.6. Autor del instrumento: Quispe Aroqui, Julia V.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95
4. Organización	Existe una organización lógica.					95
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					95
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					95
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					95
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

SEGUNDA VARIABLE: Remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos finales del medio	pH	✓		
	Temperatura	✓		
Reducción de Pb (II)	Concentración inicial de Pb (II)	✓		
	Concentración final de Pb (II)	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 27 de NOVIEMBRE del 2017

Firma del experto informante.

DNI N° 07268863 Teléfono N° 941424468



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Valdivino Gonzalo Rojas
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinador de Escuela
- 1.3. Especialidad del validador: Ing. Metalurgia
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos
- 1.5. Título de la investigación: Búsqueda con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fertilizadas del río San Juan - Pisco, 2017.
- 1.6. Autor del instrumento: Guise Augui, Julia Victoria.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				20	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				20	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				20	
4. Organización	Existe una organización lógica.				20	
5. Sufficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				20	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				20	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				20	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				20	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				20	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				20	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					20	



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Capacidad de adsorción en escamas de pescado

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Dosis óptima	bajo medio alto		—	
Factores de operación	Tamaño de partícula Tiempo de contacto		—	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 70 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 27 de Noviembre del 2012


Firma del experto informante.

DNI N° 42328003 Teléfono N° _____



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Valderrama Gonzalo Rojas
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinador de Escuela
- 1.3. Especialidad del validador: Inj. Metalurgia
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos
- 1.5. Título de la investigación: Plomo en aguas fortificadas del río San Juan - Pasco, 2017.
- 1.6. Autor del instrumento: Quispe Auqui, Julia Victoria.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				70	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				70	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				70	
4. Organización	Existe una organización lógica.				70	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				70	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				70	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				70	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				70	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				70	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				70	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					70	



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

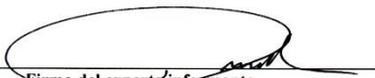
SEGUNDA VARIABLE: Remoción de aguas fortificadas con plomo del río San Juan-Pasco, 2017

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos finales del medio	pH Temperatura		/	
Reducción de Pb (II)	Concentración inicial de Pb (II)		/	
	Concentración final de Pb (II)		/	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 22 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 27 de Noviembre del 2017.


Firma del experto informante.

DNI N° 4033003 Teléfono N° _____



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Delgado Arias, Antonio Leonardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coord de Investigación de la EP de Ing. Acub
 1.3. Especialidad del validador: Ing. Químico - Hidrología
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos
 1.5. Título de la investigación: Búsqueda con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan, Pisco, 2017.
 1.6. Autor del instrumento: Quispe Augui, Julia Victoria

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41- 60%	Muy buena 61- 80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90%
4. Organización	Existe una organización lógica.					90%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90%



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

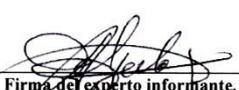
PRIMERA VARIABLE: Bioadsorción con escamas de pescado

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Dosis óptima	bajo medio alto	<input checked="" type="checkbox"/>		
Factores de operación	Tamaño de partícula Tiempo de contacto Concentración	<input checked="" type="checkbox"/>		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 27 de Noviembre del 2017.


Firma del experto informante.

DNI N° 29671642 Teléfono N° 999106180

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN****I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Delgado Arenas, Antonio Leonardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coord. de Investigación de la E.P. de Ing. Amb.
 1.3. Especialidad del validador: Ing. Químico - Metodólogo
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos
 1.5. Título de la investigación: Producción con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fertilizadas del río San Juan - Pasco, 2017
 1.6. Autor del instrumento: Dispe Auger, Julia Victoria

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90 %
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90 %
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90 %
4. Organización	Existe una organización lógica.					90 %
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90 %
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90 %
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90 %
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90 %
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90 %
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90 %
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90%



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

SEGUNDA VARIABLE: Remoción de aguas fortificadas con plomo del río San Juan-Pasco, 2017

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos del medio	pH Temperatura	✓		
Reducción de Pb (II)	Concentración inicial de Pb (II)	✓		
	Concentración final de Pb (II)	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, de Noviembre del 2017.

Firma del experto informante.

DNI N° 2967164 Teléfono N° 999106180



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr. Mg. José César Balmón
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DIRECTOR DE INVESTIGACION
- 1.3. Especialidad del validador: INGENIERO FORESTAL
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos
- 1.5. Título de la investigación: Aplicación con peces de piscicultura para la remoción de plomo en aguas fertilizadas del río San Juan-Pasco, 2017.
- 1.6. Autor del instrumento: Quispe Auqui, Julia Victoria.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						85



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

SEGUNDA VARIABLE: Remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos del medio	pH			
	Temperatura	X		
Reducción de Pb (II)	Concentración inicial de Pb (II)	X		
	Concentración final de Pb (II)	X		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %.

() El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(X) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 22 de Noviembre del 2017.

Firma del experto informante.

DNI N° 09361213 Teléfono N° 982505737



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr. Mg. JOSE CECILIO BARRERA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DIRECCION DE INVESTIGACION
- 1.3. Especialidad del validador: INGENIERO FORESTAL
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos
- 1.5. Título de la investigación: Broadsección con piscasmas de piscado para la remoción de plomo en aguas fertilizadas del río San Juan, Pasco, 2017.
- 1.6. Autor del instrumento: Quispe Augui, Julia Victoria.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						85



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Bioadsorción con escamas de pescado

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Dosis óptima	bajo medio alto	✓		
Factores de operación	Tamaño de partícula Tiempo de contacto Concentración			

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 86 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 22 de Noviembre del 201...7

Firma del experto informante.

DNI N° 09361073 Teléfono N° 952505737



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: José Luis Quiroz
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Doc. Inv.
- 1.3. Especialidad del validador: Doc
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos.
- 1.5. Título de la investigación: Bicad sarsen con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fertilizadas del río San Juan, Arequipa, 2017.
- 1.6. Autor del instrumento: Guíspe Aquí, Julia Victoria.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				80	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				80	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					80	



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

SEGUNDA VARIABLE: Remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos finales del medio	pH Temperatura	V		
Reducción de Pb (II)	Concentración inicial de Pb (II)	V		
	Concentración final de Pb (II)			

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 30 de 11 del 2017.

Firma del experto informante.

DNI N° 07744062 Teléfono N° _____

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN****I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Roberto Quiñ
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Doc. Inv.
- 1.3. Especialidad del validador: Doc.
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos
- 1.5. Título de la investigación: Introducción con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fertilizadas del río San Juan, Pasco, 2017.
- 1.6. Autor del instrumento: Diego Acqui, Julia Victoria.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				70	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				70	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				20	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				70	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				70	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				70	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					70	

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Bioadsorción con escamas de pescado

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Dosis óptima	bajo medio alto	✓		
Factores de operación	Tamaño de partícula Tiempo de contacto Concentración			

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 20 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 30 de 11 del 2017



Firma del experto informante.

DNI N° 07704062 Teléfono N° _____

8.3 Certificados de análisis

ENSAYO N° 23-2017- II -TESIS
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV
INFORME DE RESULTADOS
AGUAS

Dirección: Cerro de Pasco
Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímicos
Tipo de muestra: Agua del río San Juan
Identificación de la muestra: Muestra 1
Descripción de la muestra: Agua de río
Muestra tomada por: Julia Quispe Auqui
Fecha de ingreso de muestra: 09/10/2017
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos: 11/10/2017

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	Resultados
Potencial de hidrógeno (pH)	Numérico	APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B	7.72
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B	21
Conductividad eléctrica	µS/cm	APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B	511
Sólido disuelto total (SDT)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) método 2540 C	363
Turbidez	NTU	SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)	16.7


 Daniel Neciosup Gonzales
 Asistente Del Laboratorio De
 Biotecnología



 Mg. Sergio Valdiviazo
 Gonzales

ENSAYO N° 23-2017- II -TESIS
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV
INFORME DE RESULTADOS AGUAS SUPERFICIALES

Dirección: Cerro de Pasco
Tipo de ensayos: Análisis de adsorción
Tipo de muestra: Agua del río San Juan
Identificación de la muestra: Muestra 1
Descripción de la muestra: Agua de río
Muestra tomada por: Julia Quispe Auqui
Fecha de ingreso de muestra: 09/10/2017
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos: 18/11/2017
Equipo a usar: Espectrofotómetro de absorción atómica

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	Resultados
Plomo total	mg/L	SMEWW—AWWA-WEF 3030 E, 3111 B Direct air- acetylene flame	6.088


Daniel Neriocup Gonzales
Asistente Del Laboratorio De
Biotecnología




Mg. Longio Valdiviazo
Gonzales

ENSAYO N° 23-2017- II -TESIS
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA – UCV
INFORME DE RESULTADOS AGUAS SUPERFICIALES

Dirección: Cerro de Pasco
Tipo de ensayos: Análisis de adsorción
Tipo de muestra: Agua del río San Juan
Identificación de la muestra: Muestra 1
Descripción de la muestra: Agua de río
Muestra tomada por: Julia Quispe Auqui
Fecha de ingreso de muestra: 09/10/2017
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos: 18/11/2017
Equipo a usar: Espectrofotómetro de absorción atómica

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO
Plomo total	mg/L	SMEWW—AWWA-WEF 3030 E, 3111 B Direct air-acetylene flame

RESULTADOS:

Tratamiento	Réplicas	Dosis óptima (g)	Tamaño de partícula	Tiempo de contacto	Concentración inicial
T 1	T1-1	0.403	0.088	0.283	6.555
	T1-2	0.371	0.122	0.106	7.016
	T1-3	0.388	0.129	0.212	5.789
T 2	T2-1	0.13	0.112	0.13	2.531
	T2-2	0.198	0.16	0.198	1.148
	T2-3	0.067	0.133	0.067	1.018
T 3	T3-1	0.104	0.13	0.159	0.468
	T3-2	0.074	0.198	0.183	0.286
	T3-3	0.094	0.178	0.176	0.951

Dosis óptima: 2, 4 y 6 g

Tamaño de partícula: 250 µm, >355 µm y mayores a 350 µm.

Concentración: 25, 50 y 75 ppm.


 Daniel Neciosup Gonzales
 Asistente Del Laboratorio De
 Biotecnología


 Mg. Sergio Valdiviezo
 Gonzales

8.4 Panel fotográfico

Muestreo del agua a tratar



Estación de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)



Obtención del bioadsorbente



Escamas de pescado



Estufa



Se determinó el %H.



Tamices usados para clasificar el tamaño de partícula.



Equipo Rotab



Escamas de pescado con tamaño de grano mayores a 350 μm



Escamas de pescado con tamaño de grano a 255 μm

Proceso de bioadsorción



Homogenización del adsorbente-adsorbato



Filtración del adsorbente

Lectura en el espectrofotómetro



Espectrofotómetro



Soluciones para ser leídas

8.5 Normas legales: DS-015-2015-MINAM

569076	NORMAS LEGALES	Sábado 19 de diciembre de 2015 / El Peruano
PODER EJECUTIVO		
AMBIENTE		
Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación		
DECRETO SUPREMO N° 015-2015-MINAM		
EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA		
CONSIDERANDO:		
<p>Que, el numeral 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;</p>	<p>002-2008-MINAM y precisar determinadas disposiciones contenidas en el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM;</p> <p>Que, en el marco de lo dispuesto en el Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, la presente propuesta ha sido sometida a consulta y participación ciudadana, en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios;</p>	<p>De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y el artículo 118° de la Constitución Política del Perú.</p>
<p>Que, según el artículo 1 del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, toda persona tiene el derecho irrenunciable 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 proteger el ambiente, así como a sus componentes asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;</p>	DECRETA:	<p>Artículo 1.- Modificación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.</p> <p>Modifíquese los parámetros y valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, detallados en el Anexo de la presente norma.</p>
<p>Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, referido al rol de Estado en materia ambiental, dispone que éste a través de sus entidades y órganos correspondientes diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha Ley;</p>	<p>Artículo 2.- ECA para Agua y políticas públicas</p> <p>Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, y en el diseño de normas legales y políticas públicas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.</p>	<p>Artículo 3.- ECA para Agua e Instrumentos de gestión ambiental.</p>
<p>Que, el artículo 31° de la Ley N° 28611, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente;</p>	<p>3.1. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los Instrumentos de gestión ambiental</p>	<p>3.2. Los titulares de la actividad extractiva, productiva y de servicios deben prevenir y/o controlar los impactos que sus operaciones pueden generar en los parámetros y concentraciones aplicables a los cuerpos de agua dentro del área de influencia de sus operaciones, advirtiendo entre otras variables, las condiciones particulares de sus operaciones y los insumos empleados en el tratamiento de sus efluentes; dichas consideraciones deben ser incluidas como parte de los compromisos asumidos en su instrumento de gestión ambiental, siendo materia de fiscalización por parte de la autoridad competente</p>
<p>Que, el numeral 33.4 del artículo 33 de la citada ley, dispone que en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;</p>	<p>Artículo 4.- Excepción de aplicación de los ECA para Agua.</p>	<p>4.1. Las excepciones para la aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua previstas en el Artículo 7° de las disposiciones para su implementación aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM se aplican de forma independiente.</p>
<p>Que, de conformidad con el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, este Ministerio tiene como función específica elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), debiendo ser aprobados o modificados mediante Decreto Supremo;</p>	<p>4.2. El supuesto previsto en el literal b) del citado Artículo 7° constituye una excepción de carácter temporal que es aplicable para efectos del monitoreo de calidad ambiental y en el seguimiento de las obligaciones asumidas por el titular de la actividad.</p>	Artículo 5.- Revisión de los ECA para Agua.
<p>Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprobaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y, mediante Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprobaron las disposiciones para la implementación de dichos estándares;</p>	<p>5.1. Conjuntamente con los límites máximos permisibles aplicables a una actividad, las entidades de fiscalización ambiental verifican la eficiencia del tratamiento de efluentes y las características ambientales particulares advertidas en los estudios de línea de base, o los niveles de fondo que caracterizan los cuerpos de agua dentro del área de influencia de la actividad sujeta a control.</p>	<p>5.2. Dicha información se sistematiza y remite al Ministerio del Ambiente, de conformidad con el artículo 9 de las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, para efectos de la revisión periódica del ECA para Agua.</p>
<p>Que, las referencias nacionales e internacionales de toxicidad consideradas en la aprobación los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua han sido modificadas, tal como lo acreditan los estudios de Investigación y guías Internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS), de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica, de la Comunidad Europea, entre otros;</p>	<p>Artículo 6.- Actualización del Plan de Manejo Ambiental de las Actividades en Curso</p>	<p>Para la actualización del Plan de Manejo Ambiental de las Actividades en Curso se observa los siguientes procedimientos:</p>
<p>Que, asimismo, el Ministerio del Ambiente ha recibido diversas propuestas de Instituciones públicas y privadas, con la finalidad de que se revisen las subcategorías, valores y parámetros de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua vigentes, por lo que, resulta necesario modificar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N°</p>		

6.1. El Titular de la actividad extractiva, productiva y de servicios en curso evalúa si las obligaciones ambientales contenidas en su Instrumento de gestión ambiental vigente requieren ser modificadas en virtud a los ECA para Agua establecidos en la presente norma, de modo que su actividad no afecte los cuerpos de agua existentes en el área de influencia de sus operaciones.

6.2. El Titular tiene un plazo de seis (6) meses, contado a partir de la entrada en vigencia de la presente norma, para comunicar a la autoridad ambiental competente si los valores de los ECA para Agua ameritan la modificación de su Instrumento de gestión ambiental vigente.

A partir de la fecha de la comunicación formulada a la Autoridad Ambiental Competente, el Titular tiene un plazo de doce (12) meses adicionales para presentar la modificación del mencionado Instrumento de gestión ambiental.

6.3. La Autoridad Ambiental Competente tiene un plazo máximo de noventa (90) días calendario para evaluar y aprobar el Plan de Manejo Ambiental presentado. En el marco del plazo descrito, la Autoridad Ambiental Competente tiene un plazo máximo de cuarenta y cinco (45) días calendario para revisar y remitir las observaciones al Titular respecto al Plan de Manejo Ambiental presentado, en caso corresponda. El Titular tiene un plazo máximo de treinta (30) días calendario para la presentación del levantamiento de las observaciones que haya efectuado la Autoridad Ambiental Competente al Plan de Manejo Ambiental presentado.

6.4. El plazo máximo para la implementación de las medidas de adecuación, contenidas en la modificación del Instrumento de gestión ambiental, es de tres (03) años, contado a partir de la aprobación por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

6.5. Si el titular no formula comunicación ni presenta la modificación de su Instrumento de gestión ambiental dentro de los plazos descritos en el presente artículo, son de referencia automática los ECA para Agua aprobados en el artículo 1 del presente decreto supremo.

La solicitud de modificación no suspende la ejecución de las obligaciones ambientales establecidas en Instrumentos de gestión ambiental previamente aprobados por la Autoridad Ambiental Competente, ni el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, según corresponda.

Artículo 7.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Agricultura y Riego, la Ministra de Energía y Minas, el Ministro de Salud y el Ministro del Ambiente.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Para efectuar los monitoreos en aplicación de la presente norma, la autoridad ambiental competente debe considerar los parámetros asociados prioritariamente a la actividad extractiva, productiva o de servicios y a aquellos que permitan caracterizar las condiciones naturales de la zona de estudio o el efecto de otras descargas en la zona.

Segunda.- La entidad de fiscalización ambiental supervisa, una vez concluido el plazo para la implementación del Instrumento de gestión ambiental correspondiente, que las actividades extractivas, productivas y de servicios realicen sus operaciones considerando los valores y parámetros establecidos en la presente norma.

Tercera.- El Titular de la actividad minera que se encuentre implementando su Instrumento de gestión ambiental de acuerdo al Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM o el Plan Integral, aprobado por el Ministerio de Energía y Minas, en concordancia con lo establecido en el Decreto Supremo N° 010-2011-MINAM, tiene un plazo de sesenta (60) días calendario para evaluar e informar a dicha autoridad si el plan aprobado requiere ser modificado, a fin de guardar relación con los ECA para Agua aprobados en el artículo 1 de la presente norma.

A partir de la fecha de la comunicación a la Autoridad Ambiental Competente, el Titular tiene un plazo de doce (12) meses adicionales para presentar la modificación de su Plan Integral o el Instrumento de gestión ambiental que corresponda.

El proceso de evaluación y aprobación del Plan Integral presentado por parte de la Autoridad Ambiental Competente, se rige por lo dispuesto en el artículo 6° de la presente norma.

El plazo máximo para el cumplimiento del proceso de adecuación es de tres (03) años, contado a partir de la aprobación de la modificación del Plan Integral por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

La solicitud de modificación no suspende la obligación de cumplir, como mínima exigencia, con los valores de Límites Máximos Permisibles (LMP) anteriormente aprobados contenidos en su Instrumento de gestión ambiental vigente, hasta la conclusión del proceso de adecuación.

En caso el Titular minero no cumpla con informar a la Autoridad Ambiental Competente la necesidad de la modificación o no presente la modificación de su Plan Integral o el Instrumento de gestión ambiental correspondiente en los plazos establecidos en la presente disposición, se le aplican los compromisos asumidos y el cronograma de ejecución consignado en el Plan Integral aprobado.

Cuarta.- El Titular de la actividad minera que haya cumplido con presentar un Plan Integral, en concordancia con lo establecido en el Decreto Supremo N° 010-2011-MINAM; pero que a la fecha de la publicación de la presente norma no cuente con la aprobación por parte del Ministerio de Energía y Minas, tiene un plazo de sesenta (60) días calendario para evaluar e informar a dicha Autoridad Ambiental si el Plan Integral presentado requiere una actualización a los valores de los ECA para Agua aprobados en el artículo 1 de la presente norma.

Efectuada dicha comunicación, la Autoridad Ambiental Competente devuelve el expediente respectivo al Titular minero en el plazo máximo de diez (10) días calendario. A partir de la fecha de la referida devolución el Titular minero tiene un plazo de doce (12) meses para presentar una actualización del Plan Integral inicialmente presentado.

El proceso de evaluación y aprobación de la actualización del Plan Integral por parte de la Autoridad Ambiental Competente, se rige por lo dispuesto en el artículo 6° de la presente norma.

El plazo máximo para el cumplimiento del proceso de adecuación es de tres (03) años, contado a partir de la aprobación del Plan Integral por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

Si el Titular minero no comunica al Ministerio de Energía y Minas la necesidad de actualizar el Plan Integral que fuera presentado, se entiende que no requiere modificar dicho proyecto de Instrumento de gestión ambiental, reanudándose su evaluación.

En caso que el Titular minero, habiendo notificado a la DGAAM del Ministerio de Energía y Minas su disposición a actualizar el Plan Integral presentado no presente dicha actualización en los plazos señalados, puede ser pasible de las sanciones que correspondan por la afectación de la eficacia de la fiscalización ambiental.

Quinta.- En un plazo no mayor a seis (6) meses mediante Resolución Ministerial el Ministerio del Ambiente establece las condiciones sobre los métodos de ensayo aplicables a la medición de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por la presente norma.

DISPOSICION COMPLEMENTARIA MODIFICATORIA

Única.- Modificación del artículo 2 de las Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua

Modifíquese el artículo 2 de las disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, de acuerdo a lo siguiente:

"Artículo 2.- Precisiones de las Categorías de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Para la implementación del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y de la presente norma, se tiene en consideración las siguientes precisiones de las Categorías de los ECA para Agua:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Sub Categoría A. Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Entiéndase como aquellas aguas, que por sus características de calidad reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

(...)

Sub Categoría B. Aguas superficiales destinadas para recreación

Son las aguas superficiales destinadas al uso recreativo, que en la zona costera marina comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea y que en las aguas continentales su amplitud es definida por la autoridad competente

(...)

Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino Costeras y Continentales

Sub Categoría C1. Extracción y cultivo de moluscos bivalvos en aguas marino costeras

(...)

Sub Categoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

(...)

Sub Categoría C3. Otras Actividades en aguas marino costeras

Entiéndase a las aguas destinadas para actividades diferentes a las precisadas en las subcategorías C1 y C2, tales como infraestructura marina portuaria, de actividades industriales y de servicios de saneamiento.

Sub Categoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase a los cuerpos de agua destinadas a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales

Subcategoría D1: Vegetales de Tallo Bajo y Alto.

Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo (tallo bajo), tales como plantas de ajo, lechuga, fresa, col, repollo, aplo, arvejas y similares) y de plantas de porte arbustivo o arbóreo (tallo alto), tales como árboles forestales, frutales, entre otros.

Sub Categoría D2: Bebida de Animales.

(...)

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático
Están referidos a aquellos cuerpos de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento y que cuyas características requieren ser protegidas.

(...)

Sub Categoría E1: Lagunas y Lagos

Comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua, de origen y estado natural y léntico incluyendo humedales.

Sub Categoría E2: Ríos

(...)

Sub Categoría E3: Ecosistemas Marino Costeros

(...)

Marino.- Entiéndase como zona del mar comprendida desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.*

(...)

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los diecinueve días del mes de diciembre del año dos mil quince.

OLLANTA HUMALA TASSO
Presidente de la República

JUAN MANUEL BENITES RAMOS
Ministro de Agricultura y Riego

MANUEL PULGAR-VIDAL OTALORA
Ministro del Ambiente

ROSA MARÍA ORTIZ RÍOS
Ministra de Energía y Minas

ANÍBAL VELÁSQUEZ VALDIVIA
Ministro de Salud

TABLA N° 01.- PARÁMETROS Y VALORES CONSOLIDADOS.

CATEGORÍA 1 - A

PARAMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado

FÍSICOS- QUÍMICOS

Aceites y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cenizas Totales	mg/L	0,07	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (p)	Unidad de Color verdadero escala PNCc	15	100 (p)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 000	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de origen antropogénico.		Ausencia de material flotante de origen antropogénico	Ausencia de Material Flotante de origen antropogénico	Ausencia de Material Flotante de origen antropogénico
Nitratos (NO ₃)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0

PARÁMETRO	UND	Agua superficial destinada a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Agua que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfato	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	± 3	± 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsenico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
Niquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
Hidrocarburos de petróleo emulsionado o disuelto (C10 - C28 y mayores a C28)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(c)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromodlorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodlorometano	mg/L	0,06	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,006	0,006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**

PARÁMETRO	UND	Agua superficial destinada a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Agua que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xileno	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pirino	mg/L	0,0007	0,0007	**
Fluoranteno (PCF)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados:				
Malatión	mg/L	0,10	0,0001	**
Organoclorados:				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
DDT	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	Retirado
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbanílicos:				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
Policloros Bifenilos Totales				
PCB's	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales (55-37°C)	NMP/100 ml	50	5 000	50 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas parasitarias	N° Organismos/l	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
Vibrio cholerae	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoos, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estados evolutivos) (a)	N° Organismos/l	0	<5x10 ⁴	<5x10 ⁴

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)
 (b) Después de la filtración simple
 (c) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromodlorometano y Bromodlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$\frac{\text{Cloroformo}}{\text{ECloroformo}} + \frac{\text{Cáloroclorometano}}{\text{ECáloroclorometano}} + \frac{\text{Dibromoclorometano}}{\text{EDibromoclorometano}} + \frac{\text{Cromoformo}}{\text{ECromoformo}} \leq 1$

Dónde:
 C = Concentración en mg/L y
 ECA: Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromoclorometano)

(d) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.
 - Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.
 - Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada

CATEGORÍA 1 - B

PARÁMETRO	UND	Agua superficial destinada para recreación	
		B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOS - QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,06	**
Color	Color verdadero escala P/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitrato (NO ₃)	mg/L	10	**
Nitrato (NO ₂)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuro	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobalto	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**

PARÁMETRO	UND	Agua superficial destinada para recreación	
		B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Fieles	mg/L	0,01	0,05
Fluoro	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1000	4 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	200	1 000
Escherichia coli	E.coli/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	N° Organismos/l.	0	**
Géneros duodenales	N° Organismos/l.	Ausencia	Ausencia
Enterococos Intestinales	NMP/100 ml	200	**
Salmonella sp	Presencia/100 ml	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

- UNT : Unidad Nefelométrica de Turbiedad
 - NMP/100 ml : Número más probable en 100 ml
 - **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

CATEGORÍA 2

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 2			
		AGUA DE MAR			AGUA CONTINENTAL
		Sub Categoría 1 (C1)	Sub Categoría 2 (C2)	Sub Categoría 3 (C3)	Sub Categoría 4 (C4)
		Extracción y cultivo de Moluscos	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas
FÍSICOS - QUÍMICOS					
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Unidad de Color verdadero escala P/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de Material Flotante	Ausencia de Material Flotante	Ausencia de Material Flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitrato (NO ₃)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥4	≥3	≥2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5	6,0-8,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	60	60	70	**

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 2			
		AGUA DE MAR			AGUA CONTINENTAL
		Sub Categoría 1 (C1)	Sub Categoría 2 (C2)	Sub Categoría 3 (C3)	Sub Categoría 4 (C4)
		Extracción y Cultivo de Moluscos	Extracción y cultivo De otras Especies Hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo De otras Especies Hidrobiológicas
Sulfuro	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Arsénico	mg/L	**	**	**	(1)
Asimonio	mg/L	0,04	0,04	0,04	**
Asenico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,0004	0,0001	0,0010	0,0007
Niquel	mg/L	0,0002	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0001	0,0001	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos de Petróleo Totales (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES					
(PCB's)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	MMP/100 ml	≤14 (línea Aprobada)(c)	≤30	1 000	200
	MMP/100 ml	≤88 (línea restringida)(c)			

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

(1) Nitrógeno Amoniacal para Aguas Dulce :

Estándar de calidad de concentración del nitrógeno amoniacal en diferente pH y temperatura para la protección de la vida acuática (mg/L de NH3)

Temp (°C)	pH							
	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,740	0,25	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	80,7	22,0	8,08	2,22	0,715	0,230	0,080	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,258	0,094	0,043	0,021

Nota: Las mediciones de amoniacal total en el medio ambiente acuático a menudo se expresan en mg / L de amoniacal total -N. Los actuales valores de referencia (mg / L de NH3) se pueden convertir a mg/L de amoniacal total -N multiplicando el valor de referencia correspondiente por 0.6224. No recomendado pauta para las aguas marinas

CATEGORÍA 3

PARÁMETRO	UNIDAD	ECA AGUA: CATEGORÍA 3	
		PARÁMETROS PARA REGO DE VEGETALES	PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: REGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
FÍSICO - QUÍMICOS			
Acelos y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cloruro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (p)	Color verdadero escala PVCo	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/l	0,2	0,5
Fenoles	mg/l	0,002	0,01
Fluoruros	mg/l	1	**
Nitrato (NO ₃ -N) + Nitrato (NO ₂ -N)	mg/l	100	100
Nitrato (NO ₃ -N)	mg/l	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	4	5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L	1000	1000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Berio	mg/L	0,7	**
Bario	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/l	0,2	0,5
Cobalto	mg/l	0,05	1
Cromo Total	mg/l	0,1	1
Hierro	mg/l	5	**
Litio	mg/l	2,5	2,5
Magnesio	mg/l	**	250
Manganeso	mg/l	0,2	0,2
Mercurio	mg/l	0,001	0,01
Niquel	mg/l	0,2	1
Plomo	mg/l	0,05	0,05
Selenio	mg/l	0,02	0,05

CATEGORÍAS		ECA AGUA: CATEGORÍA 3	
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
Zinc	mg/l	2	34
PLAGUICIDAS			
Paratión	ug/l	35	35
Organoclorados			
Aldrin	ug/l	0,004	0,7
Clordano	ug/l	0,006	7
DDT	ug/l	0,001	30
Dieldrin	ug/l	0,5	0,5
Endosulfen	ug/l	0,01	0,01
Endrin	ug/l	0,004	0,2
Heptacloro y heptacloro epóxido	ug/l	0,01	0,03
Lindano	ug/l	4	4
CARBAMATO:			
Aldicarb	ug/l	1	11
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES			
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	ug/l	0,04	0,045
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMPY100 ml	1 000	5 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMPY100 ml	1 000	1 000
Enterococos intestinales	NMPY100 ml	20	20
Escherichia coli	NMPY100 ml	100	100
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	<1	<1

(a) para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)
 (b) Después de Filtración Simple.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.
- Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

CATEGORÍA 4

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 4				
		E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS COSTA Y SIERRA		E3-ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Acidez y grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cenizas Totales	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero escala PCCo	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,006	**	**	**	**
Conductividad	(μS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fosfatos	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo Total	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,124	0,062
Nitrato (NO ₃ -N)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco	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 Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	30

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 4					
		E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS COSTA Y SIERRA		E3-ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS		
Sulfatos	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	0,01	1,6	0,01	**	**	
Ársenico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,026	0,026	
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**	
Cadmio	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,006	0,006	
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	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
Níquel	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,002	0,002	
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,001	0,001	
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071	
Talio	mg/L	0,008	0,008	0,008	**	**	
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081	
ORGÁNICOS							
I. Compuestos Orgánicos Volátiles							
Hidrocarburos							
Isómeros de petróleo n-TP	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	
OTROS							
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Hidrocarburos Aromáticos							
Benzopireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
PLAGUICIDAS							
Organofosforados:							
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
Paratión	mg/L	0,00013	0,00013	0,00013	**	**	
ORGANOCLORIDOS							
Aldrin	mg/L	0,00004	0,00004	0,00004	**	**	
Clordano	mg/L	0,000040	0,000040	0,000040	0,00004	0,00004	
DDT (Suma de DDT, DDE y DDD)	mg/L	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	
Dieldrin	mg/L	0,00005	0,00005	0,00005	0,000019	0,000019	
Endosulfen	mg/L	0,00005	0,00005	0,00005	0,000007	0,000007	
Endrin	mg/L	0,00006	0,00006	0,00006	0,0000023	0,0000023	
Heptacloro	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036	
Heptacloro epóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036	
Lindano	mg/L	0,00005	0,00005	0,00005	**	**	
Pentaclorodifenil (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
CARBAMATO:							
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,0015	0,0015	0,0015	
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES							
PCB's)	mg/L	0,00014	0,00014	0,00014	0,0002	0,0002	
MICROBIOLÓGICO							
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMPY100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000	

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)
 (b) Después de la filtración simple

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.
- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

NOTA GENERAL:

- Todos los parámetros que se norman para las diferentes categorías se encuentran en concentraciones totales, salvo se indique lo contrario
- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus Informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1325630-1

8.6 Evaluación Turnitin

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document area shows a title page with the following text:

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
Bioadsorción con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017.
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental
AUTORA:
Julia Victoria Quispe Auqui
ASESOR:
Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres

On the right side, a sidebar titled "Resumen de coincidencias" (Summary of matches) shows a total of 22% similarity. Below this, a list of matches is provided:

Match Number	Source	Percentage
1	pt.scribd.com Fuente de Internet	2%
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1%
3	repositorio.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	worldwidescience.org Fuente de Internet	1%
5	www.osinergmin.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1%

At the bottom of the interface, the status bar indicates "Página: 1 de 92" and "Número de palabras: 12736". The Windows taskbar at the very bottom shows the system clock as 9:28 p.m. on 24/07/2018.