



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Remoción de plomo del agua en el río Santa, sector de
Conococha, conresiduos de café, Ancash-2019”**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil

AUTORES:

Cerna Roldán, Cinthia Celeste (ORCID: 0000-0002-3216-956X)

Montes Roca, Andy Junior (ORCID: 0000-0002-0277-6967)

ASESOR:

Dra. Figueroa Rojas, Patricia Del Valle (ORCID: 0000-0003-3009-2906)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

CHIMBOTE - PERÚ

2019

Dedicatoria

El presente trabajo se lo dedicamos a Dios, a la vida y a nuestros padres, dándonos oportunidades, a unos menos que otros y haciéndonos aprender de cada uno de nuestros errores, y a la valentía que tienen todas las personas para lograr su sueños.

Agradecimiento

Al ser superior por permitirnos esforzarnos cada día para alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres, a quienes les agradecemos por habernos dado la educación y enseñarnos el valor del sacrificio.

A amigos y compañeros de estudios que nos apoyaron incondicionalmente en todo momento.

A todos nuestros maestros que estuvieron durante todo nuestro camino.

Índice de Contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y Operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimiento	17
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN	27
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS	31
ANEXOS	1

RESUMEN

En la presente investigación se ha planteado determinar la magnitud de remoción de plomo del agua en el río Santa, sector de Conococha, con residuos de café, Ancash. De este modo, este proyecto se trata de una investigación explicativa, cuya población se designó infinita debido a que es un elemento dinámico, por lo cual se plasmó un muestreo por conveniencia extrayéndose 2 muestras simples o puntuales. Además, los instrumentos utilizados fueron protocolos del pH del agua, de la concentración inicial de plomo disuelto y de la concentración final de plomo disuelto. Por otra parte, procesando los datos obtenidos en laboratorio, se obtiene que los residuos de café tienen una capacidad de bio-adsorción de 5.9751 mg/g. Por consiguiente, se llegó a la conclusión que la cantidad de plomo en el agua del río Santa con adición de residuos de café que se obtuvo al procesarlo por el método del juego de jarras fue de 0.0458 mg/l, el cual está en el límite del valor establecido por el ECA, cuyo valor es de 0.05 mg/l, logrando de esta manera remover el 90.62% de plomo en el agua del río Santa.

Palabras claves: Remoción, bio-adsorción, eficiencia, adsorbente, ECA.

ABSTRACT

In the present investigation it has been proposed to determine the magnitude of lead removal from the water in the Santa River, Conococha sector, with coffee residues, Ancash. In this way, this project is an explanatory research, whose population was designated infinite because it is a dynamic element, for which a convenience sampling was captured, extracting 2 simple or specific samples. In addition, the instruments used were protocols of the pH of the water, the initial concentration of dissolved lead and the final concentration of dissolved lead. On the other hand, processing the data obtained in the laboratory, it is obtained that the coffee residues have a bio-adsorption capacity of 5, 9751 mg / g. Consequently, it was concluded that the amount of lead in the Santa River water with the addition of coffee residues that was obtained when it was processed by the jug set method was 0.0458 mg / l, which is in the limit of the value established by the ECA, whose value is 0.05 mg / l, thus managing to remove 90.62% of lead in the water of the Santa River.

Keywords: Removal, bio-adsorption, efficiency, adsorbent, WQS.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la Autoridad Europea en Salud Alimentaria (EFSA) ha hecho públicas sus conclusiones acerca de la toxicidad del plomo y los niveles de exposición aceptados como seguros. Se asegura que todo ser vivo que entra en contacto con este metal pesado en porcentajes que superan los mínimos establecidos, presentan problemas en su salud.

Por esa razón, muchas investigaciones hechas en EE.UU. revisaron los absorbentes del café para la remoción de iones metálicos presentes en una solución; en donde se utilizó 65 mg/L para la absorción de plomo con un tiempo de contacto de 20 minutos en una mezcla rápida utilizando partículas muy pequeñas de cenizas de polvo de café. Mediante este proceso hubo una remoción de 90% luego del tiempo de contacto de 20 minutos, lo que determinó que hay un alto índice de adsorción y mayor captación de metal.

A nivel nacional, según reporte periodístico del canal CNN, en muchos distritos de Perú, el agua potable exhibe una contaminación por plomo generalizada que sobrepasa el límite de plomo predeterminado por la OMS y presume una amenaza para la salud pública que necesita más grande exploración y acción.

Un equipo de la Organización Mundial de la Salud efectuó un estudio del consumo de agua con plomo inorgánico en Perú, debido a que estima cerca de 1,6 millones de personas consumiendo estas aguas contaminadas. En este, se investigaron las muestras de agua de 151 fuentes de agua (superficies y subterránea), ubicadas en 12 distritos, en donde dichas muestras salieron con un porcentaje elevado de plomo no permisible en los índices anunciados en la Organización Mundial de la Salud.

A nivel local, la región de Ancash tampoco es ajena a la problemática descrita; puesto que, la minería informal es la principal causante de

contaminación de metales pesados en las aguas de río Santa, debido a que esta usa el río Santa como vía de eliminación de sus residuos.

Según estudios hechos por la UNMSM al río Santa, se prueba que los valores de concentración de plomo (0,6402 mg/L), están en escenarios de diferentes grados de toxicidad; siendo todos ellos superiores a los parámetros Máximos Permisibles establecidos por los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” del Ministerio del Ambiente.

De lo expuesto anteriormente, se formula la siguiente interrogante: ¿En qué magnitud será posible la remoción de plomo del agua en el río Santa, sector de Conococha, con residuos de café?

Por ende, este trabajo de investigación porque puede ser de mucha ayuda para las poblaciones cercanas debido a que se muestra una propuesta de solución ante la contaminación minera con metales pesados como es el metal, asimismo desde el punto de vista económico, se justificó porque los beneficios de esta solución fue que el café tiene un bajo costo y una facilidad para su sembrado en nuestra región.

Por otra parte, también se habló de una justificación metodológica, puesto que se acudió a la información actual donde perteneció este estudio, dando un mayor apoyo con esquemas teóricos confiables y evaluados. Para alcanzar el cumplimiento con los objetivos propuestos, se reunió a guías metodológicas de investigación, que nos brindó las pautas y herramientas para el buen procesamiento de los datos. Se acudirá a la información actual donde pertenece este estudio, dando un mayor apoyo con esquemas teóricos confiables y evaluados. Para alcanzar el cumplimiento con los objetivos propuestos, se reunirá a guías metodológicas de investigación, que nos brindará las pautas y herramientas para el buen procesamiento de los datos.

Esta investigación impulsará a los investigadores a realizar estudios y ensayos sobre este biomaterial en remoción de plomo, y por ende evitar

daños en la salud por el consumo directo de las personas consumidoras de esta fuente.

Para ello, se plantea el siguiente objetivo general: Determinar la magnitud de remoción de plomo del agua en el río Santa, sector de Conococha, con residuos de café, Ancash. Para que se logre este objetivo se formulan los siguientes objetivos específicos: Determinar la característica principal como bio-adsorbente del residuo del café; determinar el porcentaje de plomo del río Santa, sector de Conococha; determinar la cantidad de plomo en el agua del río Santa con adición de residuos de café; determinar el porcentaje de remoción de plomo del agua del río Santa con los residuos de café.

Ante la pregunta formulada anteriormente, se puede plantear la siguiente hipótesis: La remoción de plomo con residuos de café del agua en el río Santa, Ancash sería de un 40%.

II. MARCO TEÓRICO

En las siguientes líneas se hace referencia a determinados antecedentes de autores que hicieron indagaciones y aportes que van a ayudar a alcanzar el emprendimiento de exploración:

A nivel internacional, Fragouli (2016) en su investigación titulada “Espuma bio-elastomérica compuesta de residuo de café para la remoción de Plomo y Mercurio del agua” del Instituto Italiano de Tecnología- Italia, dan una nueva aplicación poco profundizada sobre el café molido que se utiliza en las cafeterías, puestos que comúnmente se le da uso agrícola, como alimento de animales o va a parar a un relleno sanitario, su propuesta partió de solucionar dos problemáticas, el aprovechar un residuo que se genera comúnmente en Italia, específicamente en la cafetería del centro de investigación y poder remover dichos metales pesados del agua, para ello agregaron al café molido, que queda como residuo, un elastómero de silicona y azúcar, una vez endurecida la mezcla, se sumergió en agua destilada para disolver el azúcar y darle la porosidad necesaria a la espuma. Dicha espuma actuó como un filtro en dos situaciones distintas, en la primera se dejó en agua en reposo por 30 horas, logrando adsorber 99% de iones de Plomo y Mercurio, y en la segunda situación se hicieron pruebas con agua contaminadas con Plomo en la cual tuvo un 67% de remoción de dichos iones.

Asimismo, Lara (2016) en su artículo de investigación titulado “Adsorción de plomo y cadmio en sistema continuo de lecho fijo sobre residuos de cacao” de la Universidad del Valle, Colombia; comenta que tuvo como objetivo determinar el desempeño de la capacidad de remoción de la cáscara de cacao frente al plomo y el cadmio en una solución acuosa sintética con 100mg/L de cada metal y a un flujo de 6 mL/min con una variación de la altura del lecho de 4.5 a 7 cm, se obtuvo una remoción de 91,32% y 87.80% para el plomo y el cadmio respectivamente, manteniendo constante las variables de pH y temperatura; con lo cual se

demuestra una alternativa de bajo costo al tener un alto potencial de remoción un biomasa residual que se incorpora al mercado con un valor agregado.

Por otro lado, a nivel nacional, Ángeles (2016) en su informe final de proyecto de investigación, titulado "Isotermas de adsorción de cationes metálicos en solución acuosa mediante borra de café peruano" de la Universidad del Callao- Callao, hizo una comparación entre el café tostado molido fina y el molido medio, obtuvo como resultado que al emplear la borra de café, este logra adsorber 90% de Cadmio de una solución estándar de 10 ppm de Cd (II) con el modelo isotérmico Langmuir con un pH óptimo de 6.5 y tiempo de residencia de 10 horas; y hasta el 99% de Plomo de una solución estándar de 10 ppm Pb (II) con el modelo isotérmico de Freundlich a un pH óptimo de 4 en un tiempo de residencia óptima de 2 horas comprobando que relación entre la dosis y la capacidad de bio-adsorción promedio de 3.65 mg/g para plomo.

De la misma forma, Pacheco, Pimentel y Roque (2015) en su artículo de investigación, titulado "Cinética de la bio-adsorción de iones cadmio (II) y plomo (II) de soluciones acuosas por biomasa residual de café (*Coffea arábica* L.)" de la Universidad Nacional del Altiplano- Puno, estudiaron la biomasa residual del café para evaluar su capacidad como bio-adsorbente frente a los dos metales pesados en mención, determinaron que la retención de Cadmio y Plomo se producen durante los primeros 30 minutos y que alcanzado los 90 minutos se logra el equilibrio comprobando una mejor eficiencia frente al Pb que al Cd, siendo la adsorción de 0 a 100 ppm/g en un tiempo de 1 hora aproximadamente para el Pb y de 0 a 68 ppm/g en 30 minutos aproximadamente para el Cd.

Finalmente, a nivel local, Chávez (2018) tuvo como objetivo descubrir la cantidad de remoción de plomo por medio del intercambio iónico utilizando el método de la prueba de jarras. Se comprobaron también las velocidades angulares más eficaces para la remoción de plomo.

Utilizando 50 mg/L de residuos de café se obtuvo 60.50% de remoción de plomo. Utilizando 70 mg/L de residuos de café se obtuvo 48.75% de remoción de plomo. A temperatura ambiente será menor.

Según el ECA en un estudio realizado a las aguas del río Santa en el tramo adyacente al Pasivo Ambiental Minero de Recuay, Ticapampa, en la provincia de Recuay el cual forma parte del departamento de Ancash se logró hallar residuos de plomo, el cual alcanzó a obtener una concentración de 0,6402 mg/L; siendo superior a los Parámetros Máximos Permisibles establecidos por los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” del Ministerio del Ambiente. Por esa razón, se llegó a la conclusión que parte de la contaminación del río Santa es originada primordialmente por la descarga residuos mineros que están situados a lo largo de todo el cauce del río (en el tramo de Ticapampa – Recuay), debido a que estas la utilizan como vía de supresión de sus residuos. Por otra parte el análisis de sedimentos de este metal comprobó que el agua del río Santa está contaminada y con un pH por debajo de 5.5, el cual es recomendable para el consumo humano; por lo que no es calificada para el uso y consumo humano.

Para ello se cuenta con las teorías relacionadas al tema como se detalla a continuación.

Para Moreno (2013) y Lagos (2016) la eficiencia de la remoción usando residuos de café como bio-adsorbente, en este caso de plomo disuelto, se logrará al realizar el tratamiento que tiende a aplicarse a la muestra de agua con metales disueltos, para la cual se emplea la siguiente formula:

$$\% \text{remoción} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Dónde “Ci” es la concentración inicial de metal (mg/L), “Cf” es la concentración final del metal (mg/L).

Por otra parte, Alvarado y Gómez (2015) definen que el plomo es un elemento químico del grupo denominado “metales pesados” que posee el símbolo Pb, tiene una densidad de 11.35 g/mL, se presenta en muchas formas como plumbito, plumbato, sales plumbosas o plúmbicas, este proviene generalmente de actividades como la minería y las industriales, en fabricación de baterías y otros productos metálicos, así como la quema de combustibles fósiles. Este elemento se encuentra de manera natural en minerales como la galena, la anglosita y la cerusita. El plomo no se puede degradar debido a que es un elemento químico y sufre variadas transformaciones en presencia de agua, luz solar y otros factores, además el aire puede transportarlo grandes distancias antes de que pueda sedimentar en el suelo, en las zonas urbanas la presencia de plomo se debe a la actividad del parque industrial y otras actividades como el uso de pinturas con plomo, el parque automotor, entre otras. Al igual que el Cadmio, este metal también puede introducirse a los seres vivos por vía respiratoria y/u oral mediante los alimentos o inhalación de humos y/o polvo, suele concentrarse en la sangre y puede llegar a provocar anemia, afecta la médula espinal, sistema gastrointestinal, urinario, cardiovascular, entre otros.

Mestanza (2015) señala que la adsorción es una operación que busca separar un elemento (adsorbible), que se encuentra en la solución líquida o de gas, por un sólido (adsorbente), y el instante en que el elemento adsorbible es capturado por la superficie del sólido, este se convierte en adsorbato. Pues entonces la adsorción supone el incremento de la concentración del adsorbato componente en la superficie del sólido adsorbente y, por ende, la disminución de la concentración de dicho componente en la disolución líquida o gaseosa en la que se encuentra.

Por otro lado, Medellín (2016) determinan que la bio-adsorción es el proceso, en el cual se usa materia orgánica o biomasa para poder adsorber algún material contaminante, como los metales, que se encuentra en el agua. Este proceso consiste en la adhesión del metal en la superficie de la biomasa, este método es un tipo específico de

adsorción por la biomasa empleada y resulta más eficiente que los tratamientos convencionales para remover metales pesados debido a la fácil adquisición de materiales adsorbentes ya que en su mayoría son residuos orgánicos de actividades agrícolas o industriales siempre y cuando no sean materiales tóxicos, lo que a la vez caracteriza los bajos costos en el proceso.

Según Lagos (2016) el mecanismo de adsorción que se emplea para la bio-adsorción con borra de café es el cinético, el cual nos permite poder determinar la capacidad de bio-adsorción mediante la capacidad de remoción de Plomo disuelto tomando diferentes tiempos por unidad de residuos de café (bio-adsorbente) para la cual se emplea la siguiente fórmula:

$$q_t = \frac{(C_i - C_t)}{m} x$$

Dónde “qt” es la capacidad de bio-adsorción del residuo de café para el metal (Plomo disuelto) en el tiempo “t” (mg/g), “Ci” es la concentración inicial de metal (mg/L), “Ct” es la concentración del metal en el tiempo “t” (mg/L), “V” es el volumen de la solución (L) y “m” es la masa de residuo de café (g).

Chacaltana (2018) describe que el café es un producto de gran demanda a nivel nacional e internacional debido a la demanda que existe, tanto que ha llevado a su industrialización para poder aprovecharlo como bebida o como insumo para otros alimentos, lo que ha generado que durante el proceso para la obtención de dicho producto se generen gran cantidad de desechos como las cascaras del café, hojas, rastrojos, residuos del café y otros residuos orgánicos algunos sólidos y otros líquidos. Los residuos de café o también conocido como borra de café es el sobrante posterior a la obtención de la esencia concentrada del café instantáneo doméstico y comercial tras colarlo con agua caliente, dicho residuo ha sido estudiado anteriormente para la elaboración de compostaje, alimento para animales y producción de biodiesel pero

también se ha estudiado, aunque muy poco, su acción como adsorbente para lograr remover metales pesados en aguas.

Pacheco (2016) resalta que la capacidad de bio-adsorción conferida al residuo de café se debe a que la composición química de esta materia orgánica conserva taninos, polialginatos, péptidoglucanos, polisacáridos, glicoproteínas, fucanoides, compuestos heterocíclicos, flavonoides^{5,6}, ácidos clorogénicos, ácido feruloilquínico, entre otros compuestos que permiten atrapar al metal pesado y dejarlo adherido a la superficie de adsorbente.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Enfoque

Según Hernández (2014), el enfoque cuantitativo recurre a la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica, con el objetivo de implantar prototipos de procedimientos y probar teorías. Por esta razón, el enfoque de este trabajo de investigación es cuantitativo porque los resultados fueron expresados en cantidades (porcentajes), los cuales fueron comparados con los estándares de calidad establecidos.

3.1.2. Tipo de Investigación

Según Carrasco (2013) el tipo de estudio de investigación básico tiene el designio de amplificar los conocimientos teóricos, sin interesarse directamente en posibles aplicaciones. Para este caso, se habla de una investigación explicativa porque se determinó por qué los residuos de café (Variable independiente) ha removido el plomo del agua del río Santa, en el sector de Conococha (Variable dependiente).

3.1.3. Diseño de Investigación

Según Hernández (2014), los diseños experimentales se utilizan cuando el científico tiene como objeto establecer el posible efecto de una causa que se manipula. Para este caso, se habla de una investigación experimental porque se manipuló la variable independiente en cuanto al porcentaje de residuos de café que se añadieron a la muestra tomada del agua del río Santa, sector de Conococha. Por consiguiente, el diseño de esta investigación es cuasi-experimental porque se trabajó con grupo control y grupo experimental donde los

objetos de estudios son diferentes (agua, sin residuos de café y agua con residuos de café).

Grupo Control



M_1 : Representa a la muestra de agua que se extrajo del río Santa, en el sector de Conococha.

X_1 : Representa a la variable dependiente, que en este caso fue la remoción de Plomo.

O_1 : Representa la cantidad de plomo que se obtuvo al analizar la muestra de agua del río Santa, en el sector de Conococha.

Y_1 : Representa a la variable independiente, que en este caso fueron los residuos de café.

Grupo Experimental



M_2 : Representa a la muestra de agua que se extrajo del río Santa, en el sector de Conococha.

X_2 : Representa a la variable dependiente, que en este caso fue la remoción de Plomo.

O_2 : Representa la cantidad de plomo removido que se obtuvo al analizar la muestra de agua del río Santa, en el sector de Conococha, con adición de residuos de café.

Y_2 : Representa a la variable independiente, que en este caso fueron los residuos de café.

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variable dependiente cuantitativa: remoción de plomo.

Definición Conceptual:

En esta variable, Reyes et al (2016) define el término plomo como “un metal que no puede ser degradado y tiene una alta persistencia.” (p. 36).

Definición Operacional:

Determinar la cantidad de plomo que tiene el agua del río Santa en el sector de Conococha. Para ello, se recogerá la muestra *In situ*, la cual será llevada al laboratorio; cuyos resultados se plasmarán en un protocolo.

Dimensiones e Indicadores:

Esta variable presentó tres dimensiones, las cuales a su vez tuvieron indicadores; como fue el caso de la composición química del agua, cuyos indicadores fueron el porcentaje de plomo y el potencial de hidrógeno (pH). Asimismo, se tuvo como dimensión a la eficiencia de remoción de Plomo disuelto en agua, donde su indicador se determinó por la fórmula de la eficiencia de remoción:

$$e = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Por último, se tuvo a la capacidad de bio-adsorción del plomo, cuyo indicador el indicador se determinó por la siguiente fórmula:

$$q_t = \frac{(C_i - C_t)}{m} x$$

Escala de Medición:

Por haber sido una variable continua, su escala de medición fue: razón.

3.2.2. Variable independiente cuantitativa: residuos de café.**Definición Conceptual:**

Para esta variable, Chacaltana (2018) define a los residuos de café o también conocido como borra de café como “el sobrante posterior a la obtención de la esencia concentrada del café instantáneo doméstico y comercial tras colarlo con agua caliente” (p. 45).

Definición Operacional:

Se añadirá al agua del río Santa en el sector de Conococha 40 g/L. Se agita por 120 minutos y se deja reposar 15 minutos. Luego se llevará el agua al laboratorio para determinar la cantidad de plomo en el agua.

Dimensiones e Indicadores:

Al igual que la variable dependiente, ésta también cuenta con tres dimensiones y sus respectivos indicadores. Este es el caso del proceso de adsorción donde su indicador fue el porcentaje de plomo adherido. De la misma forma, se tuvo como dimensión a las características del residuo de café, cuyos indicadores fueron la distribución porcentual del tamaño de partícula del residuo de café y el tiempo de decantación. Finalmente, se tuvo a la dosis de residuos de café, donde tuvo como indicador la dosis de 40 gramos de café.

Escala de Medición:

De igual manera que la variable dependiente, está por haber sido una variable continua, su escala de medición fue: razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

En esta investigación, la población se designó infinita debido a que es un elemento dinámico, el cual es comprendido por el recurso hídrico del río Santa, que pasa por el sector de Conococha, en la provincia de Huaraz, región Ancash; con 2 kilómetros de longitud.

3.3.2. Muestra

Se extrajeron muestras simples o puntuales en 2 puntos, además se tomaron 2 botellas de 1 litro cada uno, en donde 1 botella se utilizó para el análisis químico inicial del plomo, y la botella restante se aplicó para determinar la concentración final de Plomo disuelto.

3.3.3. Muestreo

Se plasmó un muestreo por conveniencia, puesto que el cauce de inicio del río de Santa se origina en el sector Conococha, la cual tiene una longitud aproximada de 2 kilómetros de recorrido, se acordó extraer de 2 puntos por conveniencia, las cuales se tomó 1 punto por kilómetro los más cercanos al punto fijo de contaminación. Por otro lado, al determinar los puntos de muestreos se basó en las características de la zona y consideraciones y procedimientos determinados en el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales de la Autoridad Nacional del Agua”, 2016, de ese modo, también se

tomaron las muestras siguiendo el dicho protocolo mencionado posteriormente.

3.3.4. Unidad de análisis

0.5 litros de agua del río Santa sector de Conococha, en la provincia de Huaraz.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se manejaron en esta investigación estarán en el consiguiente cuadro:

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

OBJETOS ESPECÍFICOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Determinar la composición química del café.	Observación experimental.	Protocolo del pH del agua. (Anexo) Protocolo de las características del residuo de café. (Anexo)	Valores de composición del pH en laboratorio del agua del río Santa, en el sector de Conocochoa.
Determinar el porcentaje de plomo del río Santa.	Observación experimental.	Protocolo de la concentración inicial de plomo disuelto. (Anexos)	Concentración inicial de plomo disuelto en agua del río Santa, en el sector de Conocochoa.
Determinar el porcentaje de plomo del río Santa con adición de residuos de café.	Observación experimental.	Protocolo de concentración final de plomo disuelto. (Anexos)	Concentración final de plomo disuelto en agua del río Santa, en el sector de Conocochoa.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.4.1. Validez

En la presente investigación se utilizaron protocolos, los cuales no requieren de validación porque son instrumentos elaborados por equipos técnico-científicos y regulados por la norma técnicas ASTM.

3.4.2. Confiabilidad

La confiabilidad de la ficha técnica se respaldó en los Estándares de Calidad de Agua (ECA), donde se estipulan el procedimiento a seguir desde la recolección de la muestra, procedimiento y resultados.

3.5. Procedimiento

Para la obtención de las muestras se empleó el método para toma de muestras en ríos desde la orilla, del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales de la ANA, 2016. Se utilizó este procedimiento, ya que la ANA indica que se realiza cuando el río es profundo y caudaloso. El procedimiento consta de los siguientes pasos:

- a) Lo primero fue colocarse todos los implementos adecuados para realizar el muestreo, como guantes desechables, mandil y botas de seguridad.
- b) Se buscó un punto de fácil acceso y de corriente homogénea y poco turbulenta y de interés.
- c) Antes de tomar la muestra se enjuagó la botella con agua del punto de muestreo, como mínimo 2 veces.
- d) Se enjuagó el frasco con agua del punto de muestreo 2 veces como mínimo, sumergiéndolo a contra corriente hasta que estuviera parcialmente lleno.

- e) Para la toma de la muestra se sumergió el recipiente a contracorriente y a una profundidad de 20 cm.
- f) Se dejó libre un espacio del 1% del frasco aproximadamente para el preservante que se le adicionó después del tratamiento con residuo de café para evitar interferencias en el tratamiento.
- g) Se evitó coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimento del fondo.
- h) Se recolectó la muestra en una botella de 2.5 L para garantizar que todas las botellas de 1 L contengan muestras homogéneas del punto muestreado.
- i) Se realizó las mediciones de pH y temperatura en laboratorio.
- j) Se filtró la muestra ya en laboratorio, antes de que esta sea sometida a algún análisis o tratamiento para obtener el valor plomo disuelto.

3.6. Método de análisis de datos

Por tratarse de una investigación experimental, el análisis de datos estuvo ligado a la hipótesis, es así que por ser una variable discreta, cuya escala de medición es la razón, se determinó los porcentajes y media aritmética, para ello se procesó los datos en diagramas de barras y diagrama tipo pastel. Esto ha permitido visualizar los resultados con mayor objetividad.

3.7. Aspectos éticos

Se rigió por el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo, según la Ley Universitaria 30220 dada en la resolución de Consejo Universitario N°0126-2017/UCV con fecha 23 de mayo de 2017; en donde aseguraron los principios éticos, bienestar y autonomía en los investigadores. Se tomó consigo los derechos de los autores,

exteriorizando de manera propia esta investigación, incluyendo a ello la citación de manera correcta según las normas ISO 690. Por ende, se respetó con autenticidad los resultados según lo establecido por la Normas Técnicas ASTM y los Estándares de Calidad del Agua (ECA) referido a los parámetros de calidad del agua para consumo humano.

Los datos son verdaderos, es decir sin ningún tipo de manipulación, los cuales son válidos como base o antecedente para póstumas investigaciones. Asimismo, se recurrió a fuentes bibliográficas de conocimiento científico referente al tema de estudio de la investigación, respetando el derecho del autor de las fuentes citadas.

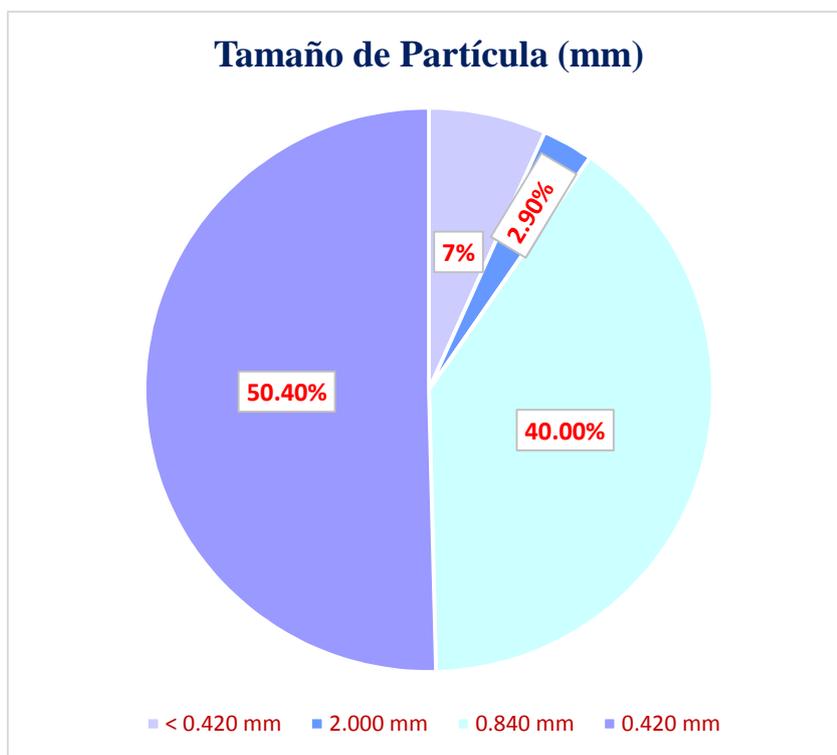
IV. RESULTADOS

4.1. PRIMER OBJETIVO: Resultados de las características del residuo de café

4.1.1. Distribución porcentual del tamaño de partícula del residuo de café

En la figura se muestra la distribución porcentual del residuo de café según el tamaño de los tamices utilizados.

Gráfico 1. Distribución porcentual del tamaño de partícula residuo de café



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Descripción:

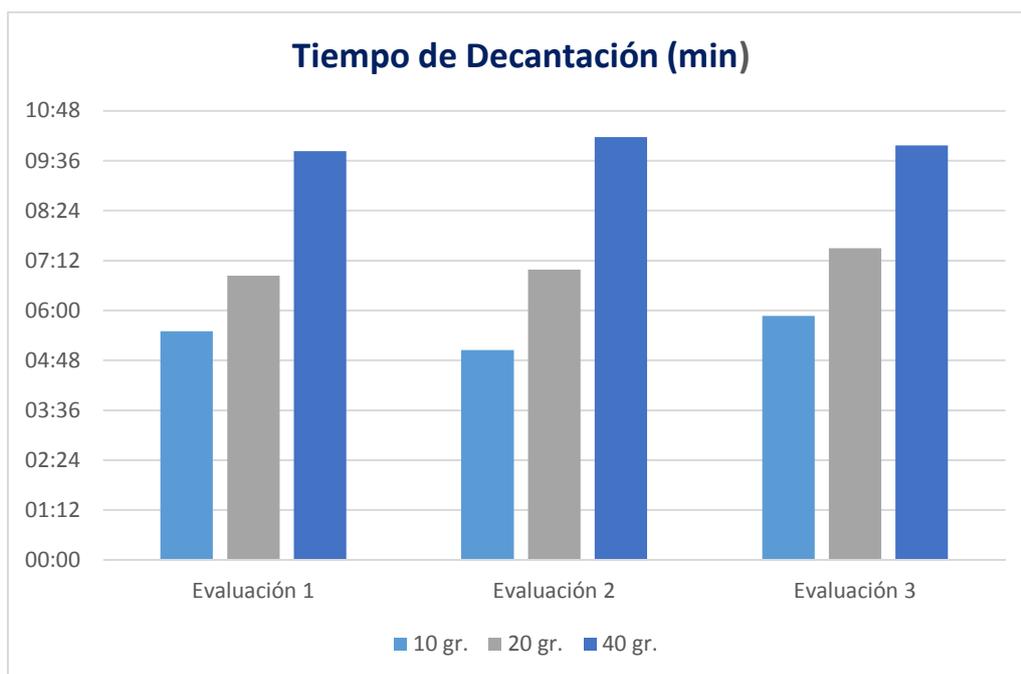
Se pudo observar que la mayor parte del porcentaje de las partículas retenidas son el malla 20 y 40 que esta

entre un tamaño de 0.840 mm y 0.420 mm; pese a que el café molido fino tiende a tener un mayor porcentaje de partículas menores a 0.420 mm. Esto se debe a que parte de las partículas se perdieron con el consumo del café porque al realizar la extracción del café soluble, su distribución porcentual es congruente a su rendimiento y al método empleado para su consumo.

4.1.2. Tiempo de decantación del residuo de café

El tiempo de decantación se evaluó tres veces y a su vez se dividió en 3 grupos acatando la cantidad de residuos de café que se le añadió en el agua.

Gráfico 2. Tiempo de decantación del residuo de café.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Descripción:

Se llegó a observar que el tiempo de decantación del residuo de café fue mayor en las muestras que tienen una mayor cuantía de residuos de café, con lo que se concluyó que de

manera general los residuos de café pueden decantarse en un tiempo promedio de 11 minutos.

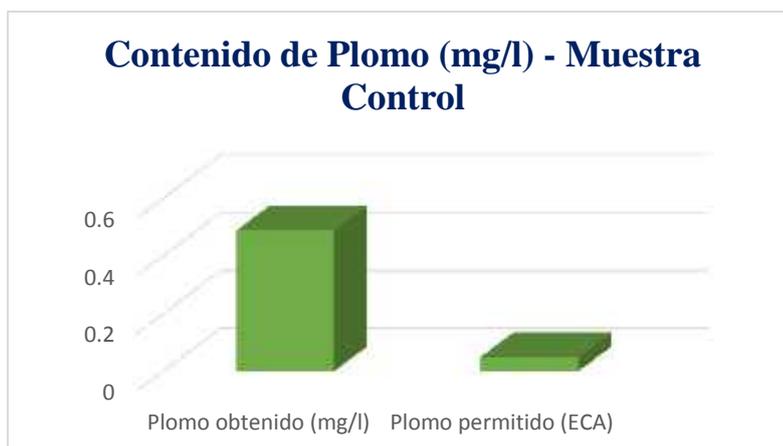
4.2. SEGUNDO OBJETIVO: Resultados del pH y porcentaje de plomo en el agua del río Santa

Gráfico 3. pH de agua de la muestra control.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfico 4. Contenido de plomo en el agua de la muestra control.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

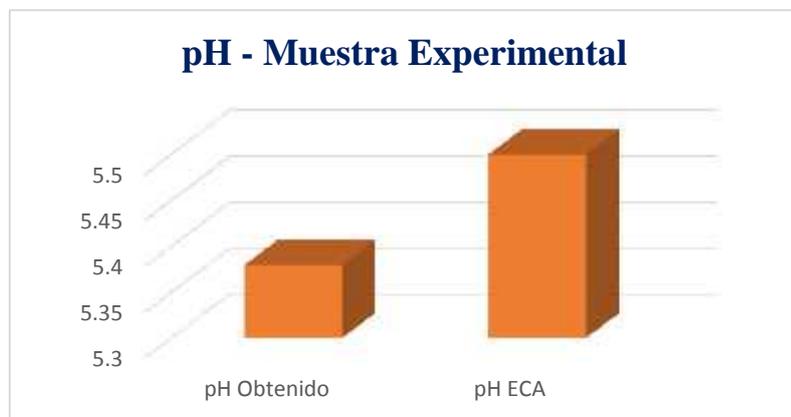
Descripción:

Como se puede apreciar en la figura 3 el pH obtenido en la muestra control de 5.14 comparada con los estándares definidos en el ECA que viene a ser 5.5, por lo cual, el agua resulta no apta para el consumo humano.

En la figura 4 se puede observar que el porcentaje de plomo obtenido en la muestra control es de 0.4884 mg/l siendo muy superior a lo permitido por el ECA, cuyo estándar mínimo es de 0.005 mg/l.

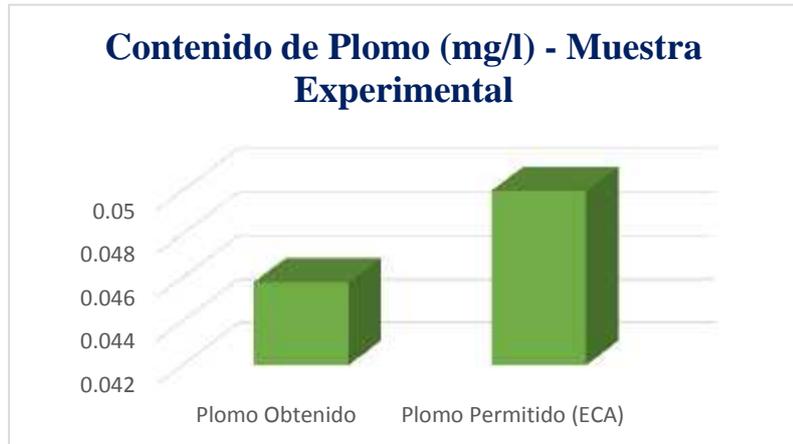
4.3. TERCER OBJETIVO: Resultados del pH y porcentaje de plomo en el agua del río Santa con adición de residuos de café

Gráfico 5. pH de agua de la muestra experimental.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfico 6. Contenido de plomo en el agua de la muestra experimental.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

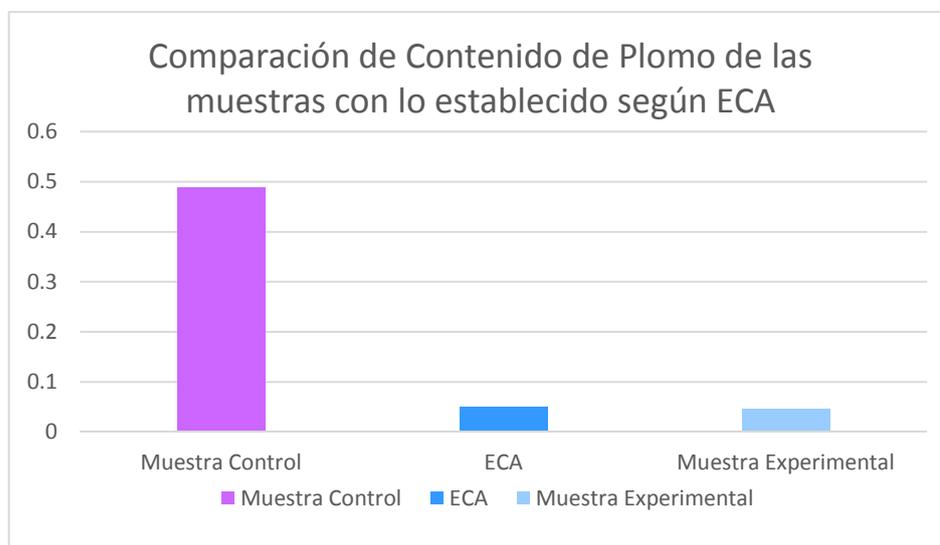
Descripción:

Como se puede apreciar en la figura 7, el pH de la muestra experimental es ligeramente superior a la muestra control; lo cual indica que eleva su alcalinidad, sin embargo, no alcanza el rango establecido por el ECA para ser considerada agua potable.

Como se observa en la figura 8 y 6 notamos una gran diferencia en el contenido de plomo de la muestra control respecto a la muestra experimental, donde se obtuvo como resultado 0.0458 mg/l de pb, siendo un resultado aceptado por el ECA, en donde establece un valor máximo de 0.05 mg/l.

4.4. CUARTO OBJETIVO: Resultados del porcentaje de remoción de plomo del agua del río Santa con los residuos de café

Gráfico 7. Comparación de contenido de plomo de muestras.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Por lo tanto, se calcula:

Capacidad de bio-adsorción

$$q_t = \frac{(0.4 \text{ m/l} - 0.0 \text{ m/l})}{4 \text{ g}} \times 540 \text{ m} = 5.9751 \text{ m/g}$$

Eficiencia de remoción

$$\% \text{re} \quad \text{ón d m} = \frac{0.4 \text{ m/l} - 0.0 \text{ m/l}}{0.4 \text{ m/l}} \times 100 = 90.62\%$$

Descripción:

Se puede apreciar en la figura 7, la comparación hecha entre la muestra control, los estándares permitidos por el ECA y la muestra experimental resultó ser muy favorable en cuanto a muestra experimental, referente al contenido de plomo en el

agua del Rio Santa, probando así la capacidad de bio-adsorción de los residuos de café, cuya eficacia es del 90.62% en cuanto a la remoción del plomo se refiere, cumpliendo con los estándares brindados por el ECA. Por otro lado, procesando los datos obtenidos en laboratorio, se obtiene que los residuos de café tienen una capacidad de bio-adsorción de 5. 9751 mg/g.

V. DISCUSIÓN

Según el análisis granulométrico, los mayores porcentajes retenidos son en las mallas 20 y 40 que hace un aproximado del 90% del total de la muestra; esto quiere decir que las partículas generan una serie de vacíos donde el agua hace contacto y se da el proceso de adsorción, liberándose el plomo del agua. Esto llega a determinar que la porosidad es la característica del residuo de café que logra convertirlo en un elemento bio-adsorbente.

Por otro lado, con respecto a los ensayos sobre la variación del pH del agua sin tratar con la tratada con residuos de café, se alcanzó como consecuencia que el pH tiende a subir ligeramente, debido a que tuvo una variación de 0.24, esto se logró con una cantidad de 40 gramos de residuo de café, teniendo en cuenta que el pH del agua sin tratar como del agua procesada por el método del juego de jarras están por debajo del nivel mínimo para agua potable con tratamiento convencional que establece el ECA en su estudio realizado a las aguas del río Santa. Además, que, para ambos casos, sus temperaturas siempre se mantuvieron con una variación de 1° C a 1.5° C.

Respecto a la capacidad de bio-adsorción usando el residuo de café que se obtuvo para plomo con una dosis de 40 gramos de residuo de café fue de 5.9751 mg/g, demostrándose de esta manera que la dosis de residuo de café y su capacidad de bio-adsorción tienen una relación directamente proporcional; ya que en la tesis de Ángeles (2011), reporta una relación entre la dosis y la capacidad de bio-adsorción promedio de 3.65 mg/g para plomo en una solución acuosa sintética de 100 ppm. Y para este caso, que la dosis es mayor (40 gramos), la relación entre la dosis y la capacidad de bio-adsorción es de 5.9751 mg/g. Por su parte, sus resultados fueron en condiciones fisicoquímicas apropiadas e idóneas para los residuos de café. Por lo cual, lo que se ha buscado en esta investigación es observar la interacción del residuo de café en condiciones ambientales o naturales del agua.

Por otro lado, con respecto a la eficiencia de remoción de plomo usando residuos de café con una dosis de 40 gramos de la antes mencionado en 500 ml de agua del río, se obtuvo un 90.62% de remoción, demostrándose de esta manera, que la dosis de residuo de café y su eficiencia de remoción tienen una relación indirectamente proporcional, ya que en la tesis de Chávez (2018), reporta una relación entre la dosis y la eficiencia de remoción, obteniendo que al utilizar 50 mg/L y 70 mg/L de residuos de café se obtuvo 60.50% y 48.75% de remoción de plomo respectivamente. Y para este caso que la dosis es mayor (40 gramos), la eficiencia de remoción es de 90.62%.

VI. CONCLUSIONES

1. La principal característica del residuo del café como bio-adsorbente es la porosidad, puesto que por medio del análisis granulométrico de este, se observó que la mayor concentración de partículas se encuentra en las mallas 20 y 40, en un porcentaje que representa el 90% del total de la muestra; esto evidencia que contiene más partículas pequeñas, lo cual favorece al proceso de adsorción, puesto que las partículas al unirse forman una serie de vacíos, generando mayor área de contacto con el agua por su cantidad de poros por unidad de masa.
2. La cantidad de plomo en el agua del río Santa que se obtuvo al analizarlo fue de 0.4884 mg/l, el cual está por encima de valor establecido por el ECA, la cual estableció que para que el agua sea admisible para consumo humano no debe contener más de 0.05 mg/l de metales pesados.
3. La cantidad de plomo en el agua del río Santa con adición de residuos de café que se obtuvo al procesarlo por el método del juego de jarras y posteriormente analizarlo en laboratorio fue de 0.0458 mg/l, el cual está en el límite del valor establecido por el ECA, la cual estableció que para que el agua sea admisible para consumo humano no debe contener más de 0.05 mg/l de metales pesados.
4. El porcentaje de remoción de plomo del agua del río Santa con residuos de café fue de 90.62%.

VII. RECOMENDACIONES

1. En este tipo de investigación para obtener mejores resultados de remoción de plomo deben realizarse ensayos con distintas proporciones de residuos de café a fin de determinar el porcentaje óptimo de remoción.
2. Los residuos de café deben conformarse por partículas casi del mismo tamaño con la finalidad de que al unirse formen gran cantidad de vacíos esto permitirá que el agua con los residuos tenga una mayor área de contacto.
3. A fin de llevarlo a la parte aplicativa debe elaborarse filtros colocados en serie a fin de que el agua en movimiento tenga el tiempo necesario para que al entrar en contacto con el filtro permita retener el plomo por el proceso de adsorción.
4. Para obtener un porcentaje de remoción mayor, se necesita hacer un pre-tratamiento al residuo de café con agua procesada, la cual ayudará a remover impurezas que puedan tener los residuos del café.

REFERENCIAS

ALARCÓN, Alejandro y FERRERA, Ronald. Biorremediación de suelos y aguas contaminadas con compuestos orgánicos e inorgánicos. México: Trillas, 2016. 333 pp.

ISBN: 978-607-17-1617-0

ALVARADO, Luis. Remoción de plomo y arsénico del Rio Santa, Recuay–Ticapampa usando 6g y 12g de polvo de pepa de aceituna, Ancash-2020. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Chimbote, Perú: Universidad San Pedro, 2020. 109 pp.

ALVARADO, Ana y GÓMEZ, Denise. Estudio preliminar de la retención de plomo en agua a partir de cascaras de Musa sapientum (banano) utilizadas como filtro. Tesis de grado (Licenciatura en Química y Farmacia). San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador, 2013. 93 pp. [Fecha de consulta: 20 abril 2020].

Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/5104/1/TESIS%20COMPLETA.pdf>

ANA. Informe técnico de resultados del monitoreo de la calidad de agua en la cuenca del río Chancay Huaral y litoral marino costero del mar de Chancay – 2017. Autoridad Nacional del Agua. Huaral, Noviembre 2017.

ANA. Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales [en línea]. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. San isidro, Lima. 2016. [Fecha de consulta: 17 de abril del 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/ChhGpvb>

ANA. Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales [en línea]. Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. San Isidro, Lima. 2018. [Fecha de consulta: 08 de abril del 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/UhhGsgU>

ÁNGELES, Luis. Isotermas de adsorción de cationes metálicos en solución acuosa mediante borra de café peruano. Informe final del proyecto de investigación. Perú: Universidad Nacional del Callao, 2016. .35 p. [Fecha de consulta: 17 de abril del 2020]

Disponible en: <https://cutt.ly/ehhGfNR>

BASUALDO, Goannie y YACILA, Juan. Determinación de Arsénico y Cadmio en aguas del río Rímac y habas cultivadas en el distrito de San Mateo de Huánchor de la Región de Lima. Tesis (Profesional en Químico Farmacéutico) [en línea]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015. [Fecha de consulta: 05 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/dhhGhjs>

CAVIEDES, Diego et al. Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales. Una Revisión. Revista Ingeniería y Región. Vol.13 N° 1:73-90, 2015.

CORZO, Amelia. Impacto de los pasivos ambientales mineros en el recurso hídrico de la microcuenca quebrada Párac, distrito de San Mateo de Huanchor, Lima. Tesis (Magister en Desarrollo Ambiental) [en línea]. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. 158 p. [Fecha de consulta: 10 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/5hhGjXU>

CABRERA, Luis. Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de tomate de árbol (SALUNUM BEATACEUM) [en línea]. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2017. [Fecha de consulta: 05 abril 2020].

Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/>

CARRASCO, Sergio. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. Perú: Editorial San Marcos EIRLTDA, 2019. 476 pp.

ISBN: 978-9972-38-344-1

CHACALTANA, Gianluigi. Uso de borra de café como bioadsorbente para la remoción de cadmio y plomo disuelto en el agua del río Añasmayo sector la perla-Huaral. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. [Fecha de consulta: 02 septiembre 2020].

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/18614>

Decreto Supremo 004- 2017 MINAM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 7 de Junio del 2017.

DOMINIGHINI, Claudio; MUSCIA, Lucas; CATALDI, Zulma et al. Análisis de membranas de ósmosis inversa en potabilización de agua para consumo humano [en línea]. XVI Safety, Health and Environment World Congress. COPEC. Julio 24 - 27, 2016, Salvador, Brasil. [Fecha de consulta: 02 septiembre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/NhhGbhF>

DOI 10.14684/SHEWC.26.2016.123-129

ERÓSTEGUI, Carlos. Contaminación por metales pesados [en línea]. Revista Científica Ciencia Médica. Volumen 12, No 1: 2009. [Fecha de consulta: 08 octubre 2020].

Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/rccm/v12n1/v12n1_a13.pdf

FRAGOULI, Despina et al. Bioelastomeric Composite Foams for the Removal of Pb²⁺ and Hg²⁺ from Water [en línea]. Revista ACS Sustainable Chem. Eng., 2016, 4 (10), pp 5495–5502. Setiembre 2016. [Fecha de consulta: 1 septiembre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/lhhGnDv>

GAUSS, Martin; CÁCERES, Vidal y FONG, Nestor. Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades [en línea]. Honduras: Azer Impresos, 2006. [Fecha de consulta: 07 julio 2020].

Disponible en: <https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/biofiltro.pdf>

GIL, Percy. Diseño de un biofiltro mucilago de tuna (opuntia ficus - indica) para remover arsénico. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Perú: Universidad San Pedro, 2018. [Fecha de consulta: 05 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/yhhGm6o>

GUTIÉRREZ, Susana. Estudio de la bioadsorción de Cadmio y Plomo con biomasa de *Serratia mercrescens* M8a-2T, a nivel laboratorio. Tesis (Doctor en Ciencias Biológicas). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015. 99 p. [Fecha de consulta: 10 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/dhhGWoe>

HÉRNANDEZ Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación [en línea]. Quinta edición. México D.F., México: McGRAW-HILL, 2014. [Fecha de consulta: 07 octubre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/ZhhGRqs>

ISBN: 978-607-15-0291-9

LAGOS, Lesly. Bioadsorción de cromo con borra de café en efluentes de una industria curtiembre local. Tesis (Licenciado en Química). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. 75 p. [Fecha de consulta: 10 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/khhGYq7>

MEDELLÍN, Nahum; HERNÁNDEZ, Miriam; SALAZAR, Jacob; LABRADA, Gladis y ARAGÓN, Antonio. Bioadsorción de plomo (ii) presente en solución acuosa sobre residuos de fibras naturales procedentes de la industria ixtlera (*Agave lechuguilla* torr. Y *Yucca carnerosana* (trel.) mckelvey). Revista Internacional de Contaminación Ambiental [en línea]. Vol. 33 N° 2:269- 280, 2017. [Fecha de consulta: 01 octubre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/YhhGOgK>

DOI: 10.20937/RICA.2017.33.02.08

MESTANZA, María. Estudio de materiales adsorbentes para el tratamiento de aguas contaminadas con colorantes. Tesis doctoral. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid, 2012. 318 p. [Fecha de consulta: 01 octubre 2020].

Disponible en: <http://eprints.ucm.es/15692/1/T33799.pdf>

MORENO, Astrid. Estudio de diferentes bioadsorbentes como posibles retenedores de fosfatos en aguas. Tesis de maestría (Magister en Ciencias - Química). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2013. 98 pp. [Fecha de consulta: 22 octubre 2020].

Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/42905/1/52978683.2013.pdf>

MORENO, Edmundo et al. Determinación interactiva de metales totales en las aguas de la bahía interior del Lago Titicaca- Puno Perú. Revista de Investigación Altoandina [en línea]. Vol. 19 N° 2: 125 – 134, abril- Junio 2017. [Fecha de consulta: 17 septiembre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/GhhGPIF>

ISSN Impreso: 2306-8582, ISSN Online: 2313-2957

NGUYEN, T.A.H. et al. Applicability of Agricultural Waste and by-Products for Adsorptive Removal of Heavy Metals from Wastewater [en línea]. Bioresource Technology. Sydney, 2013, vol. 148, pp.574–585. [Fecha de consulta: 01 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/hhhGAHg>

PACHECO, Myriam; PIMENTEL, Jorge; ROQUE, Wilfredo. Cinética de la bioadsorción de iones cadmio (II) y plomo (II) de soluciones acuosas por biomasa residual de café (*Coffea arábica* L.) Revista de la Sociedad Química del Perú [en línea]. Vol.n.3, 2016. Lima, Perú [Fecha de consulta: 19 junio 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/3hhGS8k>

ISSN versión impresa: 1810-634X

RAMÍREZ, Lisette. Propuesta de desarrollo de un biofiltro para remoción de plomo en el agua de consumo de los pobladores del recinto Yurima – Daule. Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2017. [Fecha de consulta: 01 octubre 2020].

Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21020>

REYES, Yulieth C. et al. Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo [en línea]. Vol. 16 N° 2, Julio-Diciembre 2016, pp. 66-77, Sogamoso-Boyacá. Colombia. [Fecha de consulta: 17 Septiembre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/DhhGGUA>

ISSN Impreso: 1900-771X

ISSN Online: 2422-4324

ANEXOS

ANEXO 1.
MATRIZ DE
OPERACIONALIZACIÓN

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones*	Indicadores*	Escala de Medición
Remoción de plomo (Variable Dependiente)	Reyes et al (2016) "El plomo disuelto es un metal que no puede ser degradado y tiene una alta persistencia." (p. 36).	Determinar la cantidad de plomo que tiene el agua del río Santa en el sector de Conococha. Para ello, se recogerá la muestra Insitu, la cual será llevada al laboratorio; cuyos resultados se plasmarán en un protocolo.	Composición química del agua.	Porcentaje de plomo. pH	Razón.
			Eficiencia de remoción de Plomo disuelto en agua.	Eficiencia de remoción $e = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$	
			Capacidad de bio-adsorción del plomo	Capacidad de bio-adsorción $q_t = \frac{(C_i - C_t)}{m} \times$	
Residuos de Café (Variable Independiente)	Chacaltana (2018) "Los residuos de café o también conocido como borra de café es el sobrante posterior a la obtención de la esencia concentrada del café instantáneo doméstico y comercial tras colarlo con agua caliente" (p. 45)	Se añadirá al agua del río Santa en el sector de Conococha 40 g/L. Se agita por 120 minutos y se deja reposar 15 minutos. Luego se llevará el agua al laboratorio para determinar la cantidad de plomo en el agua.	Proceso de adsorción.	Porcentaje de plomo adherido.	Razón.
			Características del residuo de café	Distribución porcentual del tamaño de partícula del residuo de café. Tiempo de decantación.	
			Dosis de Residuos de café	Dosis 40g	

(*) Fuente: CHACALTANA, GianLuiggi. "uso de borra de café como bio-adsorbente para la remoción de cadmio y plomo disuelto en el agua del río Añasmayo sector la perla". Tesis de Titulación. Lima, Perú: UCV, 2018.

ANEXO 2.
PROTOCOLOS

Anexo II

Etiqueta para Muestra de Agua

Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:			Hora:
Muestreado por:			
Parámetro requerido:			
Preservada:	SÍ	NO	Tipo reactivo:

Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:			Hora:
Muestreado por:			
Parámetro requerido:			
Preservada:	SÍ	NO	Tipo reactivo:

ANEXO 3.

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191128-010

Pág. 1 de 1

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR : CINTHIA CELESTE CERNA ROLDÁN
ANDY JUNIOR MONTES ROCA

DIRECCIÓN : Urb. El Bosque Mz. 1 Lote 1 Nuevo Chimbote.

NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA

PRODUCTO DECLARADO : AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE RÍO)

LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA

MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA

PLAN DE MUESTREO : NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA

FECHA DE MUESTREO : NO APLICA

CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestras

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frascos de plástico con tapa cerradas.

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-11-28

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-11-28

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2019-12-09

LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico e Instrumental.

CÓDIGO COLECBI : SS 191128-7

RESULTADOS

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICO

ENSAYO	MUESTRAS	
	MUESTRA CONTROL	MUESTRA EXPERIMENTAL
[*] pH	5.14	5.38

(*): Fuera del alcance de la acreditación por vigencia de muestra

ENSAYOS INSTRUMENTAL

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	MUESTRAS	
		MUESTRA CONTROL	MUESTRA EXPERIMENTAL
Plomo (Pb)	0,002	488.4	45.8

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.2017. pH Value. Electrometric Method.
Plomo : EPA Method 200.7 Revisión 4.4. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry 1994

NOTA :

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante () Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. (X)
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Derivencia por su perechibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías Si () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Diciembre 06 del 2019
GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 325
COLECBI S.A.C.

LC-4P - HRIEVO
Rev. 05
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO. EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO 4.

**TABLAS DE
PROCESAMIENTO DE
DATOS**

Tabla 2.

Granulometría de las partículas del residuo de café.

Mallas	Abertura (mm)	% retenido	% que pasa
N° 4	4.760	0.00	100.00
N° 10	2.000	2.90	97.10
N° 20	0.840	40.00	57.10
N° 40	0.420	50.40	6.70
< N° 200		6.70	0.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 3.

Tiempo de decantación del residuo de café.

Masa (g)	Tiempo de Decantación (min)	Tiempo Promedio (min)
10	05:30	
10	05:03	05:28
10	05:52	
20	06:50	
20	06:59	07:20
20	07:30	
40	09:50	
40	10:10	10:13
40	09:58	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 4.

pH y porcentaje de plomo en el agua del río Santa.

Muestra	pH Obtenido	pH según ECA	Plomo obtenido	Plomo permitido (ECA)
Control	5.14	5.5 a 9.0	0.4884 mg/l	0.05 mg/l

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 5.

pH y porcentaje de plomo en el agua del río Santa.

Muestra	pH Obtenido	pH según ECA	Plomo obtenido	Plomo permitido (ECA)
Experimental	5.38	5.5 a 9.0	0.0458 mg/l	0.05 mg/l

Fuente: Elaboración propia, 2019.