UNISCJSA

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central
“Juan Santos Atahualpa”

Repositorio Institucional

Biosorción de Plomo en aguas contaminadas en la cuenca del Tulumayo utilizando residuos Agroindustriales del café y cacao de la Selva Central

https://repositorio.uniscjsa.edu.pe/

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central
Juan Santos Atahualpa

Vicepresidencia de Investigación

Proyecto de Investigación

Anexo 2. RESUMEN EJECUTIVO

I. Información del Grupo de Investigación

Título de proyecto :	Biosorción de Plomo en aguas contaminadas en la cuenca del Tulumayo utilizando residuos Agroindustriales del café y cacao de la Selva Central
Nombre del Grupo de Investigación :	Investigadores trabajando en favor del medio ambiente
Escuela Profesional :	Ingeniería Ambiental
Línea de Investigación :	Calidad Ambiental, remediación y recuperación de ambiente degradados (CONCYTEC – CINTYA), Salud Ambiental (UNISCJSA)
Localización del estudio :	Chanchamayo- Junín
Conformidad de condiciones para la investigación :	

II. Palabras claves: (05 palabras claves)

Residuos de café y cacao, contaminación, plomo, biosorción, salud pública, relaves mineros.

III. Descripción del Proyecto:

Resumen Ejecutivo: (200 palabras)

La contaminación por metales pesados es una preocupación a nivel mundial, estos, provienen de aguas residuales no tratadas de muchas industrias como la minería, curtiembre, pesticidas, baterías, fábrica de pinturas, refinación de oro etc. (Anastopoulius, Massas, & Ehaliotis, 2013), por lo que, muchos estudios han informado de la presencia de metales en el agua, los sedimentos, el suelo, la atmósfera y en la biota de las áreas contaminadas**.** (Barquilha y otros, 2019). El Valle de Chanchamayo no está exento de la contaminación de sus aguas ya que según sus representantes, quienes mostraron fotografías tomadas en la zona, existen indicios de contaminación de la cuenca de Aynamayo y Chilpes, que a su vez son afluentes el río Tulumayo a consecuencia de los derrames de relaves de la minera SIMSA, que viene operando en la zona desde hace 40 años dedicada a la explotación de zinc y plomo (INFOREGIÓN, 2012).

El plomo está clasificado como una de las diez sustancias químicas que constituyen una preocupación para la salud pública (Organización Mundial de la Salud, 2019) y una de las razones para ello es que este metal pesado no tiene un nivel seguro de exposición y causa graves impactos en la salud humana a nivel social (Ministerio de Salud, 2016). El plomo está clasificado como una de las diez sustancias químicas que constituyen una preocupación para la salud pública (Organización Mundial de la Salud, 2019) y una de las razones para ello es que este metal pesado no tiene un nivel seguro de exposición y causa graves impactos en la salud humana a nivel social (Ministerio de Salud, 2016).

Hasta ahora, los principales regímenes de tratamiento para la recuperación de metales pesados como el plomo, incluyen métodos como coagulación, precipitación química, electrodiálisis, recuperación por evaporación, flotación, floculación, intercambio iónico, nanofiltración, ósmosis inversa, ultrafiltración, etc. (Blázquez, Calero, Ronda, Tenorio, & Martin-Lara, 2014). Aunque eficaces, estos métodos suelen ser caros debido a los altos requisitos de energía y reactivos. Además, generan gran cantidad de lodos tóxicos y subproductos. Por lo tanto, existe una necesidad operativa para idear estrategias efectivas, eficientes, económicas y amigables con el ambiente, que puedan minimizar la concentración de los elementos tóxicos como el plomo en el ambiente (Gupta & Diwan, 2017), requisitos que la biosorción cumple ya que esta se ha centrado en la eliminación o recuperación de sustancias orgánicas e inorgánicas de soluciones, usando biomasa proveniente de materiales vegetales, desechos industriales y agrícolas entre otros (Fomina & Gadd, 2014). La biosorción se define como la eliminación de sustancias de una solución acuosa mediante unión pasiva a biomasa no viva (metabólicamente independiente) a través de un proceso fisicoquímico, basado en una variedad de mecanismos que incluyen absorción, adsorción, intercambio iónico, complejación de superficie y precipitación. En los últimos años, los sorbentes provenientes de la biomasa antes mencionadas se han evaluado como secuestrantes de metales y metaloides del agua, siendo los preferidos aquellos que son abundantes y baratos (Dodson, y otros, 2015) ya que en comparación con otros materiales convencionales como carbones activados, zeolitas, la biomasa es renovable, presentan una alta eficiencia en la captura de metales pesados catiónicos, incluso en concentraciones más bajas por lo que se puede constituir como una tecnología clave para la recuperación de elementos importantes de los efluentes líquidos, contribuyendo a enfrentar los desafíos globales de la sostenibilidad (Santos, Ungureanu, Volf, Boaventura, & Botelho, 2018). Por otro lado, el Perú es un importante productor de café y cacao a nivel mundial, constituyéndose la Selva Central como uno de los principales productores de café y cacao con cerca de 341,324 y 106,045 toneladas/año respectivamente (Cámara Peruana del café y cacao, 2017), en el beneficio del café, uno de los subproductos sólidos es la pulpa, esta, es la más voluminosa representa el 56% del volumen del fruto y el 40% del peso (MINAGRI, 2018), si la pulpa no es bien dispuesta, debido su composición química puede causar problemas ambientales en los curpos receptores (suelo y agua).

Teniendo en cuenta la disponibilidad tanto de los residuos agroindustriales del café y cacao asociado a la problemática de la contaminación del agua por plomo, el objetivo del presente trabajo es evaluar el uso de estos residuos agroindustriales (café y cacao), como biosorbentes para la eliminación de plomo (II) en aguas contaminadas, lo que podría contribuir a sugerir una metodología alterna de remoción de este metal.

IV. Planteamiento del problema estudios anteriores en relación con el problema planteado. Citar fuentes. (500 palabras)

La contaminación del agua plomo es un problema ambiental severo, debido a su toxicidad, persistencia y bioacumulación, convirtiéndose, así, en un riesgo para la salud humana y el medio ambiente (Blázquez, Calero, Ronda, Tenorio, & Martin-Lara, 2014). La exposición del plomo en los humanos causa problemas en el desarrollo neurológico incluso a bajas concentraciones, se bioacumula en los huesos (tiempo medio de vida 20 años) y afecta los sistemas nervioso y reproductivo, los glóbulos rojos y los riñones, y debido a sus efectos inhibidores enzimáticos, es un probable carcinógeno, siendo la población infantil la más vulnerable (Morosanu, Teodosiu, Paduraru, Ibanescu, & Tofan, 2017) El plomo figura en la lista de contaminantes prioritarios de la EPA (Agencia de Protección Ambiental) de EE. UU. En el agua potable, la Organización Mundial de la Salud estableció como concentración máxima permitida para Pb (II) el valor límite de 0.01 mg / L (Largitte & Lodewyckx, 2015).

De esta manera el plomo se convierte en un metal de alta prioridad en el tratamiento de las aguas residuales antes de su descarga al medio ambiente. La actividad minera que se desarrolla en nuestro país

principalmente en la región Junín, otorga mucha importancia a este tipo de contaminación, por lo que plantear alternativas de tratamiento es un tema de alta importancia. En el distrito de Vitoc Provincia de Chanchamayo la contaminación del agua por metales pesados especialmente por el plomo es una preocupación local y nacional debido al derrame del relave minero a cuerpos de agua de parte de la compañía minera SIMSA que viene operando ya más de 40 años en la zona (OEFA, 2107).

Por otra parte, el Perú es un importante productor de café y cacao a nivel mundial, constituyéndose la Selva Central como uno de los principales productores de café y cacao con cerca de 341,324 y 106,045 toneladas/año respectivamente (Cámara café y cacao, 2017), en el beneficio del café, uno de los subproductos sólidos es la pulpa, esta, es la más voluminosa representa el 56% del volumen del fruto y el 40% del peso (MINAGRI, 2018), si la pulpa no es bien dispuesta, debido su composición química puede sufrir un proceso de fermentación cuyos lixiviados provocan el incremento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO) en los cursos de agua receptores y la disminución del pH del suelo, causando de esta manera un fuerte impacto sobre la fauna el plancton acuático y flora del suelo, por otro lado el principal residuo del beneficio del cacao es la cáscara que corresponde al 90% del fruto esta representa un grave problema para los agricultores ya que al ser dejados al aire libre se convierten en una fuente significativa de enfermedades causada por varias especies del género Phytophthora, moniliasis, escoba de bruja y otras enfermedades fungosas.

Antecedentes:

Blázquez et al (2014) en su artículo "Study of kinetics in the biosorption of lead onto native and chemically treated olive Stone" Estudian la cinética de biosorción de la biomasa proveneiente de las pepas de aceituna modificadas con soluciones 2M de HNO_3,H_2SO_4 y NaOH la pruebas de biosorción lo realizaron en un sistema batch, el material que alcanzó mayor capacidad de absorción fue el modificado con el NaOH siendo este igual a 16,25 mg Pb/g, el tiempo de contacto óptimo una hora, el pH óptimo igual a 5, los modelos que mejor describieron las cinéticas de biosorción fueron la de pseudo-nth orden y cinética exponencial doble.

Barka et al (2013) en su trabajo: "Biosorption characteristics of cadmium and lead onto eco-friendly dried cactus (Opuntia ficus indica)". Estudiaron la biosorción de iones de cadmio (II) y plomo (II) en un biosorbente natural, abundante y de bajo costo desarrollado a partir de cladodios de cactus. Los experimentos se llevaron a cabo en un proceso bacth, estudiando el tamaño de la partícula biosorbente, pH, masa de biosorbente, tiempo de contacto, concentración inicial de metal y temperatura. Los resultados experimentales indicaron que, el porcentaje de biosorción aumenta con un aumento en la dosificación de biosorbente y la disminución del tamaño de partícula. El equilibrio de adsorción se incrementó con un aumento en la concentración inicial de metal en solución. La máxima biosorción ocurrió a pH de 5,8 y 3,5, respectivamente para los iones de cadmio (II) y plomo (II). Los datos cinéticos de la biosorción se ajustaron al modelo cinético de pseudo-segundo orden. Los datos de equilibrio se ajustaron muy bien al modelo de Langmuir con una capacidad de biosorción máxima monocapa de 30,42 y 98,62 mg / g, respectivamente para los iones de cadmio (II) y plomo (II).

Taşar et al., (2014) en su artículo: "Biosorption of lead(II) ions from aqueous solution by peanut shells: Equilibrium, thermodynamic and kinetic studies", estudian la biosorción de iones Pb (II) sobre de cáscaras del maní de una solución acuosa en un sistema batch en función a la temperatura, pH de la solución, tiempo de contacto, concentración inicial de iones Pb (II), y la concentración de la cascara de maní. Determinaron que la capacidad de biosorción de las cascaras del maní disminuye conforme la temperatura fue aumentando. Usaron varios modelos cinéticos para determinar el mecanismo de biosorción, determinando que el sistema de biosorción obedece al modelo cinético de pseudo segundo orden teniendo en cuenta el valor de coeficiente de correlación. El valor calculado de energía de activación fue de 33 kJ/mol los que corroboran la prevalencia de los mecanismos físicos de biosorción. A los datos experimentales obtenidos aplicaron las formas lineales de las isotermas del Freundlich y Langmuir, el modelo que mejor se ajustó fue el de Langmuir. La máxima capacidad del biosorbente fue aproximadamente 39 mg/g. Se calcularon los parámetros termodinámicos para el proceso de remoción de los iones de Pb (II) con cascaras del maní, según estos

parámetros la biosorción de iones Pb (II) sobre las cascaras de maní es un proceso exotérmico y espontáneo.

García-Rosales y A. Colín-Cruz (2010). En su investigación: Biosorption of lead by maize (Zea mays) stalk sponge, removieron plomo usando el marlo de maíz, evaluaron la influencia del tiempo de adsorción, pH y concentración, los datos cinéticos se ajustaron mejor al modelo de Feundlich, lograron un capacidad de remoción de hasta 80 mg/g de biomasa, determinaron también que el pH es el parámetro más importante que influyó en la remoción de Pb2+.

V. Metodología de Trabajo: consistencia de la metodología propuesta, definición de actividades para el cumplimiento de los objetivos. (200 palabras)

a) Preparación y activación del biosorbente:

Se recolectará los residuos de café y cacao, en los distritos de Chanchamayo y Pichanaqui estos se lavaran con agua corriente para eliminar la paja y tierra, luego se terminará de lavar con abundante agua destilada, para luego ser trasferidos a una estufa y secados por separado a 60 °C por 48 horas, las muestras secas serán molidas y tamizadas a malla 50 µm. La biomasa proveniente del café y cacao será denominada BCF y BCC respectivamente, estas se guardarán en frascos de plástico.

La solución de plomo será preparada a partir de la sal de nitrato de plomo disuelta en agua destilada.

b) Caracterización química y física del biosorbente.

- Se obtendrán micrografías del material biosorbente, antes y después de la biosorción por espectroscopía electrónica de barrido.
- Los grupos funcionales presentes en el biosorbente se estudiaran por espectroscopia infrarroja con transformadas de Fourier (FTIR).
- La determinación de la cantidad los grupos ácidos, se llevará a cabo siguiendo el método Boehm.

c) Experimentos de biosorción

Estudio de la influencia de la dosis del biosorbente: La sorción de los iones de los metales pesados desde soluciones acuosas se llevará a cabo en sistema batch, utilizando 25 mL de muestra de solución de plomo a diferentes concentraciones iniciales a una dosis determinada previamente determinada a través de una prueba preliminar, del cual se irán tomando muestras cada cierto intervalo de tiempo para determinar la cinética de la reacción.

Estudio de la influencia de la concentración inicial, el equilibrio de sorción se evaluará a diferentes concentraciones iniciales del adsorbato en un rango de 25-200 mg/L.

El estudio de la influencia del pH se realizará ajustando pH de la solución inicial de plomo utilizando soluciones de NaOH y HNO_3 a 0,1 M.

La concentración final e inicial de cada uno de los metales pesados presentes en la solución se determinará por absorción atómica.

d) Diseño de la investigación:

Para estudiar el efecto de varios factores (variables independientes) sobre una respuesta (variable dependiente), se usará el diseño de tipo ***Factorial de 3x3x3*** con tres factores y tres niveles cada uno, con una repetición, haciendo un total de 54 tratamientos para cada tipo de biomasa, tal como se muestra en la tabla 1 y 2. Haciendo un total de 107 tratamientos.

Tabla 1. Diseño factorial de la investigación para BCF o BCC

N° Tratamiento		Variables Independientes			q_e (mg Pb/g de biomasa BCF o BCC)	
		pH	D	C		Repeticiones
1	28	-1	-1	-1	q_{B1}	q_{B28}
2	29	-1	-1	0	q_{B2}	q_{B29}
3	30	-1	-1	1	q_{B3}	q_{B30}
4	31	0	-1	-1	q_{B4}	q_{B31}
5	32	0	-1	0	q_{B5}	q_{B32}
6	33	0	-1	1	q_{B6}	q_{B33}
7	34	1	-1	-1	q_{B7}	q_{B34}
8	35	1	-1	0	q_{B8}	q_{B35}
9	36	1	-1	1	q_{B9}	q_{B36}
10	37	-1	0	1	q_{B10}	q_{B37}
11	38	-1	0	0	q_{B11}	q_{B38}
12	39	-1	0	1	q_{B12}	q_{B39}
13	40	-1	1	-1	q_{B13}	q_{B40}
14	41	-1	1	0	q_{B14}	q_{B41}
15	42	-1	1	1	q_{B15}	q_{B42}
16	43	1	0	-1	q_{B16}	q_{B43}
17	44	1	0	0	q_{B17}	q_{B44}
18	45	1	0	-1	q_{B18}	q_{B45}
19	46	0	0	-1	q_{B19}	q_{B46}
20	47	0	0	0	q_{B20}	q_{B47}
21	48	0	0	1	q_{B21}	q_{B48}
22	49	1	1	0	q_{B22}	q_{B49}
23	50	1	1	1	q_{B23}	q_{B50}
24	51	1	1	-1	q_{B24}	q_{B51}
25	52	0	1	-1	q_{B25}	q_{B52}
26	53	0	1	0	q_{B26}	q_{B53}
27	54	0	1	1	q_{B27}	q_{B54}

Dónde:
$(+1)$: Nivel alto de la variable independiente
(-1): Nivel bajo de la variable independiente
(0): nivel medio de la variable
D: Dosis de biomasa
C: Concentración inicial de plomo en la solución
pH: pH inicial de la solución de plomo
q_e: Capacidad de biosorción mg Pb/g biomasa

Tabla 3. Niveles de los factores

	pHi	Concentración (mg Pb/L)	Dosis (g/L)
-1	2.5	50	0.5
0	4.5	100	1
+1	5.5	200	2

En la tabla 3 se muestra los niveles de los factores a estudiar, para BCF y BCC

e) Técnicas de recolección de datos:

Los datos o resultados de los ensayos de pruebas de biosorción en la remoción de plomo se obtendrán luego del análisis de la concentración del metal antes y después de la aplicación del ensayo, con un equipo de Absorción atómica.

Para determinar la capacidad de adsorción (q_e) se usará la siguiente ecuación:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{M} \times V$$

Donde: q_e es la capacidad de biosorción en el equilibrio (mg metal pesado en estudio/g de biomasa), C_e es la concentración inicial del plomo (mg/L), C_e es la concentración del metal en el equilibrio (mg/L), M es la masa del adsorbente BCF o BCC (g) y V es el volumen de la solución (L).

f) Técnicas de análisis de datos:

Las Pruebas de Hipótesis se harán utilizando el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si las diferencias son significativas o no.

Para determinar el mejor tratamiento se usará la prueba estadística de los datos obtenidos del análisis del plomo en las soluciones, se ajustaran a diversos modelos matemáticos con los de Freundlich, Lagmuir y otros, usando el Excel.

VI. Objetivos:

General: claridad del objetivo general

Evaluar la capacidad de biosorción de Plomo en aguas contaminadas en la cuenca del Tulumayo utilizando residuos Agroindustriales del café y cacao de la Selva Central

Específicos: coherencia y secuencialidad de los objetivos específicos

- Determinar el nivel de remoción de plomo de aguas contaminadas utilizando la biomasa proveniente del beneficio del café y cacao en la Selva Central.
- Establecer las mejores condiciones de biosorción evaluando la influencia del pH, concentración y dosis sobre la capacidad de biosorción del plomo.
- Caracterizar física y químicamente la biomasa de café y cacao
- Plantear una alternativa de solución económica y de fácil operación en la remoción de metales pesados.

VII. Hipótesis: clara y coherente con el problema central

Los residuos agroindustriales del café y cacao de la Selva Central, poseen la capacidad de biosorber el plomo presente en aguas contaminadas, siendo el proceso optimizado con el estudio de la influencia del pH, dosis de biosorbente y concentración inicial de plomo.

VIII. Justificación: relevancia, valor teórico y relación del proyecto con los programas y líneas de investigación de la Universidad (300 palabras)

El presente trabajo, se alinea a la línea de investigación de la UNISCJSA en salud ambiental, ya que al plantear una alternativa tecnológica de remoción del metal pesado plomo de aguas contaminadas, está directamente relacionado con la salud pública, por otro lado se alinea al Programa Transversal de Ciencia y Tecnología Ambiental (CINTYA) que tiene establecido el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) en el área de Calidad ambiental en la línea de investigación: Remediación y recuperación de ambientes degradados.

Los resultados de este trabajo se contribuirán a un mejor conocimiento teórico de los mecanismos de biosorción que se llevan a cabo sobre la biomasa tanto de café y cacao, conocimientos que servirían para el plantear alternativas ecológicas y económicas contribuyendo en el desarrollo tecnológico en la Selva Central.

IX. Contribución e impacto: describe el aporte científico que se espera obtener de la aplicación de los resultados de la investigación.

Debido a los problemas ambientales y salud de los seres humanos, animales y plantas que el plomo acarrea, existe la necesidad de plantear alternativas de remoción con la finalidad de reducir la concentración de este ión de los efluentes industriales por debajo de los niveles exigidos por la legislación y para el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental y los límites máximos permisibles. El presente proyecto contribuirá en el aspecto tecnológico y ambiental planteando una alternativa de solución ecológica y de bajo costo en el tratamiento de aguas contaminadas con plomo, usando la biomasa proveniente del beneficio del café y cacao como biosorbentes, permitiendo además el aprovechamiento de estos residuos agroindustriales considerando que estos son los principales productos en la Selva Central, constituyéndose de esta manera como materiales de desecho abundantes, que, si no se disponen o gestionan adecuadamente generan también problemas ambientales como son la acidez de las aguas y suelo, así como la generación de malos olores y enfermedades. De esta manera se busca aplicar la Economía Circular que es un modelo emergente de la Economía Verde (o Green Economy) para contribuir en el cuidado del medio ambiente (Gonzales & Vargas, 2017). Este modelo otorga al residuo un papel dominante y se sustenta en la reutilización inteligente del desperdicio, sea este de naturaleza orgánica o de origen tecnológico, en un modelo cíclico que imita a la naturaleza y se conecta con ella. Bajo este enfoque, el residuo pierde su condición de tal y se convierte en la materia prima de los ciclos naturales o se transforma para formar parte de nuevos productos tecnológicos, con un mínimo gasto energético (Lett, 2014). Este modelo debe ser adoptado por todas las instituciones públicas y privadas como parte de su responsabilidad social no siendo ajena la Universidad Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa como institución pública dedicada a la investigación.

X. Referencias Bibliográficas: (máximo 20 referencias relevantes)

Anastopoulius, I., Massas, I., & Ehaliotis, C. (2013). Composting improves biosorption of Pb2+ and Ni2+ by renewable lignocellulosic materials. Characteristics and mechanisms involved. *Chemical Engineering Journal, 231*, 245-254. doi:https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.07.028

Barquilha, C., Cossich, E., Tavares, C., & da Silva, E. (2019). Biosorption of nickel and copper ions from synthetic solution and electroplating effluent using fixed bed column of immobilized brown algae. *Journal of Water Process Engineering*. doi:https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100904

Blázquez, G., Calero, M., Ronda, A., Tenorio, G., & Martin-Lara, M. (2014). Study of kinetics in the biosorption of lead onto native and chemically treated olive Stone. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 20*, 2754-2760. doi:https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.11.003

Dodson, J., Parker, H., Muñoz García, A., Hicken, A., Asemave, K., Farmer, T., . . . Hunt, A. (2015). Bio-derived materials as a green route for precious & critical metal recovery and re-use. *Green Chemistry, 17*, 1951-1965. doi:10.1039/C4GC02483D

Fomina, M., & Gadd, M. (2014). Biosorption: current perspectives on concept, definition and application. *Bioresource Technology, 160*, 3-14. doi: 10.1016 / j.biortech.2013.12.102

Gonzales, G., & Vargas, J. (2017). La economía circular como factor de responsabalidad social. *Economía coyuntural, Revista de temas de coyuntura y perspectivas, 2*(3), 105-120.

Gupta, P., & Diwan, B. (2017). Bacterial Exopolysaccharide mediated heavy metal removal: A Review. *Biotechnology Reports, 13*, 58-71. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.btre.2016.12.006

Largitte, L., & Lodewyckx, P. (2015). Modeling the influence of the operating conditions upon the sorption rate and the yield in the adsorption of lead(II). *Microporous and Mesoporous Materials, 202*, 147-154. doi:https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2014.09.045

Lett, L. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto. *Asociación Argentina de Microbiología, 46*(1), 1-2. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/2130/213030865001.pdf

Morosanu, I., Teodosiu, C., Paduraru, C., Ibanescu, D., & Tofan, L. (2017). Biosorption of lead ions from aqueous effluents by rapeseed biomass. *New Biotechnology, 39*, 110-124. doi:https://doi.org/10.1016/j.nbt.2016.08.002

Santos, S., Ungureanu, G., Volf, I., Boaventura, R., & Botelho, C. (2018). Macroalgae Biomass as sorbent for metal ions, Biomass as Renewable Raw Material to Obtain Bioproducts. doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63774-1.00003-X

XI. Calendario de actividades: guarda una relación lógica entre los objetivos y metas de la investigación y la secuencia de actividades

	Actividad	Fecha Inicio	Fecha final
1	Recolección de la biomasa	01/10/2019	31/10/2019
2	Preparación de la biomasa	01/10/2019	30/11/2019
3	Caracterización del biosorbente	01/12/2019	30/01/2020
4	Ensayos previos para la determinación del tiempo óptimo de tratamiento	01/01/2020	28/02/2020
5	Elaboración de primer informe	01/03/2020	31/03/2020
6	Ensayos de biosorción : Influencia de pH Influencia de dosis Influencia de concentración	 01/04/2020 01/05/2020 01/06/2020	 30/05/2020 30/06/2020 30/07/2020
7	Pruebas con efluente real	01/08/2020	30/09/2020
8	Análisis de datos	01/05/2020	30/09/2020
9	Elaboración del informe final	01/10/2020	30/10/2020

XII. Integrantes:

Integrante	Apellidos y Nombres	Condición o Nivel	Grado	TITULO DE LA TESIS
Responsable	Lavado Meza Carmencita Del Rocío	Nombrado	Magister	Remoción de metales pesados proveniente de efluentes líquidos industriales con carbones activados
Corresponsable	Cisneros Santos, Gregorio	Nombrado	Magister	Docente Nombrado UNISCJSA
Miembro	1.Huanca Rojas, Lupe Marilú 2. Rutti Marín, José Miguel. 3. Herbert Victor Huaranga Rivera	Nombrado Nombrado Nombrado	Doctora Doctor Doctor	Docente Nombrado UNISCJSA Docente Nombrado UNISCJSA Docente Nombrado UNISCJSA
Colaboradores Estudiantes	1.Fernandez Pesua Miguel Claudio 2.Luis Alejandro, Contreras Tovar		Estudiante Estudiante	
Miembros externos	1. Sun Kou, Maria del Rosario 2. Bulege Wilfredo Gutierrez		Doctor Doctor	Docente Nombrado PUCP Docente Nombrado UC

Tipos de integrantes:
Responsable, Co-Responsable y Miembros docentes (son docentes nombrados con registro en ORCID)
Colaboradores, (docentes contratados y externos con registro ORCID) y
Estudiantes del tercio superior a partir del 4to. Ciclo

Presupuesto de acuerdo con las partidas por actividades programadas, según los requerimientos justificados y sustentables de cada proyecto por concurso.

	Materiales e Insumos • Insumos, reactivos: Sal de NaOH Sal de plomo Solución de HNO_3 qp Sal de PbNO3 Agua Destilada NaHCO3 NaCO3 • Materiales necesarios para los estudios experimentales y de laboratorio. Matraces Erlenmeyer 15 unidades Embudos de vidrio 6 unidades Papel filtro 2 cajas por 100 unidades Pipetas 5 ml 5 unidades Pipetas 1ml 5 unidades propipetas Fiola 50 ml, 6 unidades Fiola 250 ml, 1 unidad Vasos de precipitación 50 mL (6 unidades) Goteros de vidrio (6 unidades) Frascos de vidrio de 20 ml con tapa (100 unidades) Para film un rollo Papel aluminio Sub Total: Potenciómetro digital tipo lapicero	500 150 250 200 300 200 250 250 3500 350
	Bienes de capital • Gastos por compra de bienes de capital (equipos e instrumentos, libros, Licencias de Software especializado) hasta un 30% del monto subvencionado. Los Recibos de Ingreso generados por la Oficina de Tesorería para la compra de bienes de capital deben tramitarse oportunamente.	5 500
	Servicios • Servicios de laboratorio: • Análisis de muestras por Absorción atómica (108 muestras) • Análisis de FTIR (4 muestras) cotización laboratorio UNCP • Análisis de EDX y SEM (4 muestras) Laboratorio UNI • Servicio de molienda • Servicio análisis de potencial Z • Análisis proximal de la materia prima • Imprevistos	 3500 800 800 200 800 800 500
	Pasajes y viáticos • Pasajes nacionales para actividades de campo explícitamente incluidas en el proyecto, asimismo alojamiento, alimentación, para actividades relacionadas directamente al proyecto. • Servicios de transporte para el traslado de materiales	300 300
	Gastos administrativos • Servicios de courier y encomiendas nacionales e internacionales. • Movilidad local.	200 200
	Total S/.	19850