



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Cinética y Equilibrio de Adsorción de Mn y Cu Utilizando Endocarpio
de Aceituna para el Tratamiento de Aguas Ácidas de la Unidad
Minera Yauricocha

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTOR:

Palomares Ulloa, Jessica Esther (ORCID: 0000-0002-3481-928X)

ASESOR:

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio (ORCID: 0000-0002-3419-7361)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA– PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi padre Nilo por el apoyo moral constante, quien con su amor y perseverancia me enseñó a nunca bajar los brazos ante cualquier adversidad, a mi madre Hilda en el cielo que me cuida, a mis hermanos quienes nunca dejaron de confiar en mí, a mis abuelos Ricardo y Bertha y en especial a William, quien siempre estuvo conmigo a pesar de todo, a ustedes el logro de este objetivo, les estaré eternamente agradecido.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad, por la oportunidad de ser parte de los graduados de la escuela de Ingeniería Ambiental, brindando docentes con demostrada experiencia, quienes nos guiaron con sus conocimientos a lo largo de la carrera.

A Sociedad Minera Corona, por el apoyo en la información para la elaboración de la presente investigación.

Índice de Contenidos

Carátula	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo, diseño y nivel de la investigación	13
3.2. Variables y Operacionalización	14
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimiento	15
3.6. Método de análisis de datos	26
3.7. Aspectos éticos	27
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES	48
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	56
Anexo N° 1. Declaratoria de originalidad del autor	56
Anexo N° 2. Declaratoria de autenticidad del asesor	57
Anexo N° 3. Matriz de operacionalización de variables	58
Anexo N° 4. Instrumentos de recolección de datos	59

Anexo N° 5. Validación de instrumentos	63
Anexo N° 6. Resultado de Turnitin	75
Anexo N° 7. Certificado de análisis	76

Índice de tablas

Tabla 1. Diseño de la investigación	13
Tabla 2. Variables de la investigación	14
Tabla 3. Fichas de recolección de datos	15
Tabla 4. Resultados de la concentración inicial de cobre y manganeso	22
Tabla 5. Concentraciones de Cu (II) y Mn (II) después del tratamiento con carbón activado de endocarpio de aceituna	23
Tabla 6. Porcentaje de remoción de Cu (II) y Mn (II) después del tratamiento con carbón activado de endocarpio de aceituna	25
Tabla 7. Resultados del estudio de la cinética de adsorción del Cu (II)	27
Tabla 8. Resultados del estudio de la cinética de adsorción del Mn (II)	28
Tabla 9. Parámetros utilizados para la cinética de adsorción del Mn (II)	29
Tabla 10. Parámetros utilizados para la cinética de adsorción del Cu (II)	29
Tabla 11. Constantes cinéticas de adsorción del Mn (II) y Cu (II)	31
Tabla 12. Resultados del estudio del equilibrio de adsorción del Cu (II)	31
Tabla 13. Resultados del estudio del equilibrio de adsorción del Mn (II)	32
Tabla 14. Parámetros utilizados la isoterma de Langmuir	34
Tabla 15. Parámetros utilizados la isoterma de Langmuir	35
Tabla 16. Constantes de la isoterma de Langmuir	35
Tabla 17. Parámetros utilizados la isoterma de Freundlich	36
Tabla 18. Parámetros utilizados la isoterma de Freundlich	37
Tabla 19. Constantes de la isoterma de Freundlich	38
Tabla 20. Información del factor	40
Tabla 21. Análisis de varianza	40
Tabla 22. Información del factor	41
Tabla 23. Análisis de varianza	41

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Ubicación del punto de muestreo de las aguas ácidas en la planta de tratamiento de aguas minas de la Unidad Minera Yauricocha ubicada en chumpe	17
Figura 2: Recolección de muestra de aguas ácidas	18
Figura 3: Separación del endocarpio de aceituna	19
Figura 4: Secado del endocarpio de aceituna	19
Figura 5: Preparación de la solución de ácido fosfórico al 50 %	20
Figura 6: Activación del endocarpio de aceituna con el agente activante (ácido fosfórico)	21
Figura 7: Proceso de secado del endocarpio de aceituna activado	22
Figura 8: Carbón activado de endocarpio de aceituna	23
Figura 9: Medición del pH inicial de la muestra de agua ácida de mina y posterior modificación a pH 5	23
Figura 10: Modificación del pH inicial de la muestra de agua ácida de mina con una solución de NaOH a 1M	24
Figura 11: Desarrollo de las pruebas de adsorción del Mn (II) y Cu (II)	24
Figura 12: Desarrollo de las pruebas de cinética y equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II)	25
Figura 13: Desarrollo Cantidades de biomasa para el desarrollo de las pruebas de experimentación para el equilibrio de adsorción de Mn (II) y Cu (II)	26
Figura 14: Resultados de las pruebas de adsorción, cinética y equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II)	26
Figura 15: Concentraciones de Cu (II) después del tratamiento	24
Figura 16: Concentraciones de Mn (II) después del tratamiento	25
Figura 17: Efecto del pH en la remoción de Cu (II) y Mn (II)	26
Figura 18: Gráfica de intervalos del porcentaje de remoción de Cu (II)	26
Figura 19: Gráfica de intervalos del porcentaje de remoción de Mn (II)	27
Figura 20: Concentraciones de Cu (II) y Mn (II) después del tratamiento vs tiempo de contacto	29
Figura 21: Cinética de adsorción de primer orden del Mn (II) y Cu (II)	30
Figura 22: Cinética de adsorción de segundo orden del Mn (II) y Cu (II)	31

Figura 23: Concentraciones de Cu (II) y Mn (II) después del tratamiento vs cantidad de adsorbente	33
Figura 24: Isoterma de Langmuir para el Mn (II)	34
Figura 25: Isoterma de Langmuir para el Cu (II)	35
Figura 26: Isoterma de Freundlich para el Mn (II)	37
Figura 27: Isoterma de Freundlich para el Cu (II)	38
Figura 28: Gráfica de probabilidad normal para la adsorción del Mn (II)	39
Figura 29: Gráfica de probabilidad normal para la adsorción del Cu (II)	39

RESUMEN

En la presente investigación sobre la cinética y equilibrio de adsorción de Mn (II) y Cu (II) utilizando endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha se determinó el modelo tanto cinético como de equilibrio que mejor se ajustó a los datos de adsorción del Mn (II) y Cu (II), para ello primero se realizó las pruebas de adsorción variando el pH de las muestras iniciales a valores de 3 y 5, luego se varió la cantidad de adsorbente de 0,5 g a 2 g y el tiempo de contacto de 30 minutos a 120 minutos. Los resultados de las pruebas mostraron porcentajes de adsorción de Mn (II) de 99,14 % y 89,44 % cuando se trabajó con un pH de 3 y 5 respectivamente, mientras que los porcentajes de adsorción de Cu (II) fueron de 61,20 % y 73,08 % al trabajar con los valores de pH de 3 y 5 respectivamente, ambos fueron tratados con 1 g de adsorbente y un tiempo de contacto de 90 minutos, así mismo se evaluó la cinética de adsorción del Mn (II) y Cu (II) siendo el modelo cinético de primer orden el que mejor se ajustó para este estudio dados sus valores de correlación de $R^2=0,966$ para el Mn (II) y $R^2=0,8252$ para el Cu (II), en cuanto al equilibrio, se determinó que la isoterma de Freundlich fue la que mejor representó los datos de adsorción para el Mn (II) y Cu (II) dado sus valores de correlación de $R^2=0,9709$ y $R^2=0,9618$ respectivamente.

Palabras clave: Adsorción, isoterma, modelo cinético, endocarpio de aceituna, coeficiente de correlación.

ABSTRACT

In this research work, the kinetics and adsorption equilibrium of Mn (II) and Cu (II) were studied using the endocarp of olives for the treatment of acidic waters of the Yauricocha Mining Unit with this study determined the kinetic model As an equilibrium that best fits the adsorption data of Mn (II) and Cu (II), for this purpose the adsorption tests are first performed by varying the pH of the initial samples to values of 3 and 5, then the Adsorbent amount of 0,5 g to 2 g and contact time from 30 minutes to 120 minutes. The results of the adsorption tests of adsorption percentages of Mn (II) of 99,14 % and 89,44 m when selected with a pH of 3 and 5 respectively, while the adsorption percentages of Cu (II) were of 61,20 % and 73,08 % when working with the pH values of 3 and 5 respectively, both were treated with 1 g of adsorbent and a contact time of 90 minutes, likewise the adsorption kinetics of Mn were evaluated (II) and Cu (II) being the first order kinetic model that best fit for this study given its correlation values of $R^2 = 0,966$ for Mn (II) and $R^2 = 0,8252$ for Cu (II), regarding the study of equilibrium, it was determined that the Freundlich isotherm was the best representation of the adsorption data for Mn (II) and Cu (II) given its correlation values of $R^2 = 0,9709$ and $R^2 = 0,9618$ respectively.

Keywords: Adsorption, isotherm, kinetic model, olive endocarp, correlation coefficient.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú, es conocido por excelencia como un país minero y es por tal motivo que la generación de residuos líquidos ácidos aumenta desmesuradamente cada año, estas aguas ácidas son residuos producto de los procesos de concentración de minerales que contienen generalmente metales pesados como cobre, manganeso, arsénico, plomo, zinc, entre otros, en concentraciones elevadas que alteran la calidad de los cuerpos receptores en donde son vertidos.

En el departamento de Lima, se encuentra la Unidad Minera Yauricocha, la cual pertenece a la Sociedad Minera Corona, esta cuenta con una planta concentradora (Chumpe) en donde se procesan minerales tanto óxidos como polimetálicos, obteniendo concentrados de cobre, plomo y zinc. Los residuos generados por tales procesos son aguas ácidas con un elevado pH que van a parar a su relavera, la línea de tuberías de relave que transporta el mismo desde la planta concentradora hacia la relavera no cuenta con canal de contingencia de concreto, por tanto en ocasiones estas tuberías sufren daños como corrosiones debido al tiempo de uso contaminando los suelos de la comunidad de Alis y según revisiones de denuncias ambientales también llegan a contaminar los ríos Cañete y Alis, causando la muerte de peces (Salazar Fernández, 2014).

La minera cuenta con una Planta de Tratamiento de aguas mina a la cual llegan 4 vertimientos: agua de relave, agua de túnel Cachi Cachi, agua de túnel Klepetko y agua de túnel Yauricocha.

Según el informe N° 107-2013-OEFA realizado por el organismo de evaluación y fiscalización ambiental, el cobre y manganeso se encuentran presentes en mayor cantidad en las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha, estos son metales altamente tóxicos que producen daños a las plantas provocando deficiencias en su desarrollo, además afecta a la salud del hombre produciendo desde irritaciones, dolores de cabeza, dolores de estómago, problemas neurológicos, daños en el feto y afectaciones al hígado y riñones, los métodos más utilizados para la remoción de los metales no son

amigables con el medio ambiente y son costosos, por lo cual no pueden ser pagados por industrias pequeñas.

De ahí la necesidad de iniciar nuevas investigaciones para tratar las aguas ácidas de mina, que se puedan adaptar a las necesidades de las empresas, estudios indican que la adsorción utilizando carbón activado elaborado a base de productos naturales es un método accesible a la economía y amigable con el medio ambiente, en esta investigación la materia utilizada como base para la preparación del carbón activado será el endocarpio de aceituna, un producto peruano que se produce en el sur del país, que posee características específicas y un gran poder en la remoción de metales pesados presentes en aguas ácidas de mina, también se evaluará la cinética y equilibrio de adsorción de Mn (II) y Cu (II) para el tratamiento de las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha (Valencia, 2012).

Para el desarrollo de la siguiente investigación, se plantea el siguiente **problema general**: ¿Cuál será la cinética y equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha? También se plantean las siguientes **interrogantes específicas**: ¿Cuál es el efecto del pH inicial de adsorción del Mn (II) y Cu (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha?, ¿Cuál será el modelo cinético que se ajusta en la adsorción del Mn (II) y Cu (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha? y ¿Cuál será el equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha?

La importancia de la presente investigación radica en contribuir en el desarrollo de conocimientos acerca de la determinación del pH al que debe estar el agua ácida de mina para una eficiente adsorción también se determinará el modelo cinético y de equilibrio de adsorción de los metales pesados, ya que estos señalan la cantidad presente de iones metálicos y la distribución en la que se encuentran entre las fases líquida y el material adsorbente y por ende

permiten desarrollar de manera más eficiente el proceso de adsorción de metales pesados, además para el desarrollo de la adsorción se usará los desechos de aceituna, como precursor para elaborar carbón activado que será el responsable de adsorber las partículas contaminantes de las aguas ácidas mineras, siendo este un método factible, económico y amigable con el medio ambiente. La información obtenida servirá de sustento para investigaciones futuras enfocadas en el mismo tema.

La problemática de la contaminación producto del vertimiento de las aguas ácidas de mina se va incrementando día a día, según el informe N° 107-2013–OEFA realizado por el organismo de evaluación y fiscalización ambiental, el cobre y manganeso se encuentran presentes en mayor cantidad en las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha.

En muchas ocasiones los residuos del hueso de aceituna los desechan y van a parar a zonas no aptas acrecentando la contaminación, cuando este material empieza a descomponerse genera gases de efecto invernadero, que también son hogar de múltiples plagas, siendo un peligro para la salud de las personas, estos desechos pueden ser usados para elaborar carbón activado y resultan ser excelentes precursores dada su alta composición de lignocelulosa que favorece la porosidad y posterior adsorción de los metales pesados presentes en los efluentes ácidos mineros, es por ello que se ha visto factible realizar el proceso de adsorción usando carbón activado a base de productos naturales, como una solución a estas problemáticas.

En esta investigación se realizó el tratamiento de las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha utilizando el endocarpio de aceituna para obtener el carbón activado que se utilizó en la cinética y equilibrio de adsorción para remover metales pesados de las aguas ácidas, este trabajo dará un aporte social donde se beneficiaran los pobladores de Yauricocha y un aporte ambiental porque para la elaboración del carbón activado se aprovechará la materia desechada de la aceituna.

En base a ello, el **objetivo general** de la investigación es determinar la cinética y equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de

Unidad Minera Yauricocha. Asimismo, los **objetivos específicos** son: evaluar el pH inicial en la adsorción del Mn (II) y Cu (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha, identificar el modelo cinético que se ajuste a la adsorción del Mn (II) y Cu (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha y determinar el equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha.

La **hipótesis general** de la investigación es: la cinética y equilibrio que definen mejor la adsorción del Mn y Cu utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha es el de pseudo segundo orden y la isoterma de Langmuir. Asimismo, las **hipótesis específicas** son: A menor pH inicial de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha se incrementa la adsorción del Mn (II) y Cu (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna, la velocidad de adsorción del Mn (II) y Cu (II) se ajusta mejor al modelo cinético de segundo orden utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha y el equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II) se ajusta mejor al modelo de Freundlich utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna para el tratamiento de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha.

II. MARCO TEÓRICO

En el artículo de investigación hecho por Filippín et al. (2017), se indagó acerca de la evaluación potencial de los carbones activados. Las biomásas de carbón que fueron usadas son el endocarpio de aceituna, extirpada del tallo del olivar, del cual los procesos de caracterización también necesitaron estudios preliminares de hemicelulosas, lignina y celulosa. Se detectaron valores en el contenido de Holo celulosa (HO) entre 87,4 % y 80,2 %, resultando el valor mayor para el hueso de aceituna. Respecto de la celulosa (C) las determinaciones evidenciaron valores mayores para la madera de olivo con un 67,4 % con respecto al hueso de aceituna 24,8 %.

En el artículo de investigación realizado por Bohli, Ouederni y Villaescusa. (2013), la investigación arrojó que el pH de la solución es uno de los parámetros que afecta a más importantes procesos de adsorción de fenol porque afecta a la carga de la superficie del adsorbente, así como el grado de ionización y la especiación de fenol. Efecto del pH inicial en la adsorción de fenol se estudió con la concentración inicial de 100 mg/L y la dosis de carbono óptima de 1 g/L y a una temperatura de 40 °C. La influencia del pH de la solución en la eliminación de fenol como intervalo de pH de 2 a 9. La adsorción de fenol disminuye lentamente con el aumento del pH para valores hasta que $\text{pH} = 4$ y la adsorción disminuye bruscamente para pH mayor.

En el artículo de investigación realizado por Hemsas et al. (2014), se llegó a la conclusión que. A través del estudio del sistema de adsorción por lotes, se encontró que, en pH ácido, se obtiene una adsorción óptima bajo su velocidad de la agitación de 50 °C y el valor de temperatura fue 20 °C. El modelo SRS es el modelo conveniente para la predicción de comportamiento de adsorción competitiva en multi-soluto sistemas si la adsorción del sistema de un solo soluto correspondiente obedece a la ecuación de Freundlich.

En el artículo de investigación realizado por Bohli et al. (2015), se investigó por medio de la técnica de proceso por lotes. La muestra de carbón activado se caracterizó usando isotermas de adsorción-desorción. Se estudió que efectos de pH y el tiempo del contacto inicial. Tasas cinéticas de la adsorción fueron estudiadas, se observó un fenómeno de adsorción competitiva antagonista y el

experimento de desorción indicó que aproximadamente 59,5 % de Cu (II) y 23 % de Cd (II) se adsorben utilizando una solución de ácido sulfúrico diluido.

La contaminación del agua según ANA (2017), la definió como una alteración en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, así ya no reúne las características para el consumo humano.

Los Pesticidas, y también desechos químicos, metales pesados, los residuos radiactivos, etc., se encuentran en grandes cantidades, al analizar sus aguas de los más remotos lugares del mundo. Muchas aguas están contaminadas y son peligrosas para la salud humana, y dañinas para la vida (OMS, 2017).

El drenaje ácido de la mina (DAM), de acuerdo a Alami (2010), es el resultado de la exposición de minerales de sulfuro al agua y al aire, lo que provoca la oxidación del sulfuro a sulfato y, a su vez, produce ácido sulfúrico. El aumento de la acidez disminuye el pH del medio ambiente y esto disminuye la adsorción y, por lo tanto, aumenta la movilidad de los metales en los suelos, los sedimentos y el agua. La mayoría de las investigaciones se han centrado en la generación de DAM a partir de pirita (FeS_2), pero también pueden ser el resultado de otros minerales sulfurados.

La oxidación de la pirita a menudo es catalizada por microbios que pueden aumentar la velocidad de reacción de cinco a seis órdenes de magnitud por tal razón (Alami 2010) menciona que estas bacterias acidófilas incluyen *Thiobacillus thiooxidans* que oxida azufre reducido y hierro ferroso, y *Leptospirillum ferrooxidans* que oxida hierro ferroso. El pH y el contenido de metales de la DAM dependen de la cantidad de sulfuro y de los minerales que consumen ácidos presentes, y del equilibrio entre los procesos de oxidación del sulfuro y el consumo de ácido. DAM es una causa importante de problemas de contaminación en el Reino Unido y en todo el mundo. La industria de la minería de metales ha expuesto extensas áreas de minerales sulfurados que resultan en la producción de grandes cantidades de DAM. Debido a la ubicación de muchas minas cerca de cursos de agua que se utilizaron como fuente de energía, la contaminación de estas aguas ha sido extensa y continúa debido a la falta de recuperación.

De acuerdo a Agorube Manosalva (2008), la adsorción se da mediante por la retención de una fase en la superficie de otra fase; las sustancias que se concentran en las superficies de las otras fases adsorbentes se denominan adsorbente y a la molécula que se queda atrapada, adsorbato pues para el adsorbente y también para el adsorbato se unen por medio de fuerzas, que son una de las clases de fuerzas de Adsorción física o puede ser los resultados de los procesos de problemática química (adsorción química quimisorción). Los procesos de adsorción se determinan experimentalmente con las medidas de cantidades de soluto que se pueden adsorber con el sedimento, también se puede usar roca u otro material. Las características de las cargas que se presentan en las arcillas se pueden determinar por las cargas permanentes no variables.

Los factores que influyen en el proceso de adsorción según Mendoza Colina (2012) pueden ser simples, pero pueden hacerse complicados, debido a que solo el soluto se pueda adsorber para cambiar o variar químicamente, dado que las concentraciones en las soluciones están agrupadas en función al pH y también tanto en la molécula que no fue disociada como el ion no metálico que pueden ser adsorbidos. Las características químicas que brinda la superficie depende también de cada contenido de los heteroátomos, principalmente de cada contenido de oxígeno, estos determinan y caracterizan la carga de la extensión o su superficie y la capacidad de la densidad electrónica de las capas ya empleadas. Cuando los carbones vegetales activados son sumergidos en las soluciones acuosas, se desarrollan una serie de cargas según su extensión superficial que siempre proviene de las disociaciones de uno de los grupos de acuerdo a la variación superficial, del pH y también de las propias características de las superficiales del carbón.

De acuerdo a Alami (2010), los factores y características que vienen influyendo en cada proceso que se da de la adsorción es el caso del pH de las soluciones acuosas y de las mismas fuerzas iónicas. El pH es un factor principal que se controla en los procesos de adsorción de cada uno de los electrolitos orgánicos débiles y también en los polielectrolitos, originado debido a que controla las principales interacciones electrostáticas que se da entre los adsorbentes y los adsorbato. Es muy importante que, el pH de las soluciones

detenga las cargas de la extensión de los carbones y cada una de las disociaciones. El adsorbente- adsorbato depende de las características superficiales específicas y debido a su porosidad de los sólidos, del tamaño de cada una de las propias partículas, su estructura y también del transporte poroso. En líneas generales, las etapas de la adsorción son mucho más rápidas, siendo determinante las características, pero también los tamaños de cada partícula.

El modelo de isoterma de Langmuir según Noeline, Manohar y Anirudhan. (2005), se basa en el supuesto de que los sitios de unión se distribuyen de manera homogénea sobre la superficie adsorbente. Estos sitios de unión tienen la misma afinidad por la adsorción de una sola capa molecular. Este modelo asume que no hay interacción entre las moléculas adsorbidas. La representación matemática de este modelo para una solución de soluto único es

$$q_e = \frac{q_m b C_e}{1 + b C_e} \quad (1)$$

donde q_m (mg/g) y b (L/mg), las constantes de Langmuir, son la capacidad de sorción de monocapa saturada y la constante de equilibrio de sorción, respectivamente. La constante b se relaciona con la afinidad entre el sorbente y el sorbato ($=1/K$, donde K es la constante de afinidad) y está relacionada con la energía de adsorción a través de la ecuación de Arrhenius. Cuanto mayor sea b (menor K), mayor será la afinidad del sorbente por el sorbato.

De acuerdo a Balaz, Lacova y Briancin. (2005) El modelo de Freundlich considera la cobertura monomolecular de soluto por el adsorbente. Además, asume que el sorbente tiene una distribución de cenefa heterogénea y luego tiene una afinidad diferente para la adsorción. Este modelo toma la siguiente forma para una única adsorción de soluto

$$q_e = K C_e^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

Donde K y $1/n$ son las constantes de Freundlich relacionadas con la capacidad de sorción y la intensidad de sorción del sorbente respectivamente.

El análisis de cinética de adsorción implica investigar la cinética de adsorción y la transferencia de masa en el proceso de adsorción por tal razón (Bohli,

Ouederni y Villaescusa, 2013), la cinética se puede analizar mediante la ecuación de Lagergren de primer orden o la ecuación de pseudo segundo orden propuesta por Ho y McKay. Uno de los modelos que se puede usar para analizar la transferencia de masa en el proceso de adsorción es la ecuación de Webber-Morris que se puede usar para indicar la contribución del mecanismo de difusión intra-partícula. Hay otros modelos más complicados disponibles, pero no se analizarán en este estudio.

La expresión de velocidad de primer orden de Lagergren basada en la capacidad sólida se expresa generalmente como sigue de acuerdo a (Ho y McKay, 1999):

$$\frac{dq}{dt} = k_{1,ad}(q_e - q) \quad (3)$$

Donde q_e y q son las cantidades de iones metálicos adsorbidos en el biosorbente en el equilibrio y en el tiempo t , respectivamente (mg.g^{-1}) y $k_{1,ad}$ es la constante de velocidad de la adsorción de primer orden (min^{-1}). Después de la integración y la aplicación de condiciones de contorno, $t = 0$ a $t = t$ y $q = 0$ a $q = q_e$; La forma integrada de la ecuación anterior se convierte en:

$$\log(q_e - q) = \log q_e - \frac{k_{1,ad}}{2.303} t \quad (4)$$

Una línea recta de $\log(q_e - q)$ versus t sugiere la aplicabilidad de este modelo cinético.

La pseudo ecuación de segundo orden propuesta por Ho y McKay también se basa en la capacidad de absorción de la fase sólida. Al contrario de lo que ocurre con el otro modelo, predice el comportamiento en todo el rango de adsorción y está de acuerdo con un mecanismo de adsorción que es el paso de control de velocidad. Si la velocidad de sorción es un mecanismo de segundo orden, la ecuación de la velocidad cinética de pseudo segundo orden químico se expresa como:

$$\frac{dq}{dt} = k_{2,ad}(q_e - q)^2 \quad (5)$$

Donde $k_{2,ad}$ es la constante de velocidad de la adsorción de segundo orden ($\text{g} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Para las condiciones de contorno $t=0$ a $t=t$ y $q=0$ a $q=q_e$; La forma integrada de la ecuación anterior se convierte en:

$$\frac{1}{q_e - q} = \frac{1}{q_e} + k_{2,ad}t \quad (6)$$

Esta es la ley de velocidad integrada para una reacción de segundo orden.

$$\frac{t}{q} = \frac{1}{k_{2,ad}q_e^2} + \frac{1}{q_e}t \quad (7)$$

Si son aplicables las cinéticas de segundo orden, la gráfica de t/q contra t de la ecuación anterior debe dar una relación lineal, a partir de la cual q_e y $k_{2,ad}$, se puede determinar a partir de la pendiente y la intersección de la gráfica.

Según Barragén (2011) se obtiene el carbón vegetal que se caracteriza por tener una estructura porosa y su superficie interna elevada, producido químicamente para el aprovechamiento de su porosidad. Dichas propiedades, en función de la composición química establecida del carbón, le brindan la característica de acumular moléculas del agua que atrapan del carbón. El elevado acumulado del área superficial del carbón vegetal es el fin de los estudios de la metodología en activación química o física. La activación física genera una porosidad que es resultado del proceso de gasificación del material carbonizado a temperaturas elevadas, mientras que la porosidad se obtiene mediante un proceso de activación química generada por reacciones de deshidratación química, que tienen lugar a temperaturas muchas más bajas.

El carbón activado de acuerdo a Hernandez (2009), posee múltiples funciones desde muy básicas hasta las más complejas, como por ejemplo su aplicación en sistemas de procesamiento industrial o en la construcción de plantas para el tratamiento de aguas ácidas. Las funciones más importantes son: La grandiosa función de eliminar desechos tóxicos, insuficiente acción de atascamiento. Tiene una capacidad permeable debido a los procesos de adsorción, agiliza las moléculas apolares de un gran volumen. Presenta gran efectividad para eliminar elementos tóxicos debido a su superficie porosa. Las características del adsorbente no solo son su porosidad y superficie, también

influye mucho la polaridad que presenten los compuestos para elaborar el carbón activado.

Según Arnulfo (2015), las características permeables de un carbón activado vienen dado a raíz de la porosidad, y por sus elementos químicos que lo componen. Los componentes decisivos de la fuerza de adsorción sobre la superficie del carbón son: los componentes de dispersión e interacciones entre transferencia de cargas.

Como menciona Barragén (2011), el tamaño del Poro, el cual posee múltiples tamaños de permeabilidad, propiamente pueden estar clasificados según su función como poro de transporte y los poros de adsorción. Según su función: tiene espacio de placas graníticas con divisiones según el tamaño que presenta la molécula que tiene como objeto retenerla. Para otros casos las dos placas de grafito puedan estar cerca para producir cierta atracción entre el adsorbato para acumularlo con mayor fuerza.

Según Marlon Bastidas (2009), las superficies específicas presentan elevadas extensiones de superficie del tamaño desde los 1000 m²/g hasta 3000 m²/g. Ocasionado a raíz de una porosidad o permeabilidad que tienen los carbones, son los pequeños poros los que más contribuyen. Uno de los factores que influye en la adsorción es el tamaño de las moléculas del adsorbato dado que deben ser de los tamaños menores que los poros del adsorbente para que la superficie sean accesibles a dichas moléculas.

Las activaciones de los carbones vegetales están basadas en las etapas fundamentales de acuerdo a Marcilla Gomis (1982); como la carbonización de las materias primas, su activación de los productos carbonizados y la característica del producto final varía dependiendo según su naturaleza en su materia prima y de las diferentes condiciones para procesar la activación. Las condiciones de carbonización que se realiza en ausencia del aire y también sin la adición de productos químicos, son una de las técnicas que se viene desarrollando para obtener estructuras más porosas y básicas. La activación de la materia vegetal carbonizada ayuda a desarrollar la estructura porosa.

La activación física según Reyes Toriz, Cerino Córdova y Suárez Herrera (2006), se da cuando el material es sometido a elevadas temperaturas, las

activaciones del material vegetal se producen para las reacciones de un oxidante como el aire y el vapor de agua, el carbón del material que está en proceso de activación forma los poros como resultado para la gasificación de los materiales

El endocarpio de la aceituna como menciona Quevedo (2006), proviene del fruto del olivo, cuyo árbol pertenece a la familia de las oleáceas que pueden llegar a los 15 metros de su altura. El nombre científico se presenta como *Olea Europaea* y se puede apreciar debido por el alto valor nutritivo. En la aceituna de mesa se tiene dichos aminoácidos que son equilibrados y su importante cantidad en los minerales como son el calcio, el hierro y otras vitaminas también se destacan los procesos digestivos que aporta flora a nuestro organismo. En el Perú existen muchas variedades del olivo que en su mayor porcentaje son de origen europeo son especialmente de origen de lugares como España, Italia y Portugal. Sus principales variedades y tipos son cultivadas en Sevilla, Ascolana y Liguria. También en los lugares donde se demanda la producción de aceitunas, las cosechas se presentan a cierta estacionalidad de cada cinco meses, principalmente entre los meses de abril y agosto. Existen zonas con mejores condiciones tanto como para el cultivo y siembra del olivo las cuales son ubicadas en el sur, desde Pisco hasta las tierras fértiles de Tacna, siendo las que destacan más como Pisco Ica, Bella Unión, Acari, La Ensenada, Mejía, Mollendo, Ilo y Tacna.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo, diseño y nivel de la investigación

El tipo de investigación que se realizó en la investigación fue aplicada, también conocida como investigación práctica, ya que se empleó los conocimientos teóricos recabados de las investigaciones de antecedentes y marco teórico, en la parte experimental, donde se tuvo la capacidad de relacionar las variables mediante la manipulación de las condiciones operacionales.

El Diseño de la investigación fue en bloques o con un factor bloque, en este diseño el experimentador agrupa las unidades experimentales en bloques, determinando la distribución de los tratamientos en cada bloque y, por último, asigna al azar las unidades experimentales a los tratamientos dentro de cada bloque, se tomó como variable para las pruebas de adsorción de la presente investigación el pH cuyos valores fueron de 3 y 5 con tres réplicas, haciendo un total de 12 pruebas experimentales, como se muestra en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Diseño de la investigación

Replicas	Factor			
	pH=3	pH=5	pH=3	pH=5
I	Remoción de Mn	Remoción de Mn	Remoción de Cu	Remoción de Cu
II	Remoción de Mn	Remoción de Mn	Remoción de Cu	Remoción de Cu
III	Remoción de Mn	Remoción de Mn	Remoción de Cu	Remoción de Cu

La investigación tuvo un nivel correlacional pues el objetivo principal fue asociar las variables y evaluar el grado de relación que existió entre las variables y las dimensiones identificadas (pH, velocidad de adsorción y equilibrio de adsorción) en relación con la eficiencia del carbón activado en la remoción del Mn (II) y Cu (II).

3.2. Variables y Operacionalización

En la **Tabla 2**, se presentan las variables independiente y dependiente con las cuales se busca darle viabilidad a la investigación aquí desarrollada identificadas para esta investigación, sobre la base del título.

Tabla 2. Variables de la investigación

Variables de investigación	
Tratamiento de agua acida con endocarpio de aceituna	INDEPENDIENTE
Cinética y equilibrio de absorción de Mn(II) y Cu(II)	DEPENDIENTE

En la **Anexo 3**, se presenta la matriz de operacionalización de variables, en la cual se consideran las definiciones, indicadores y escalas.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

La población de la cobertura de estudio para la investigación fue 3600 mL de las aguas ácidas que discurre de uno de los vertimientos que van hacia la Planta de tratamiento de aguas mina (túnel Cachi Cachi) - Unidad Minera Yauricocha.

La muestra recolectada de uno de los vertimientos que van hacia la Planta de tratamiento de aguas mina (túnel Cachi Cachi)- Unidad Minera Yauricocha, que se encuentra ubicado a 125 km de la ciudad de Huancayo, fue de 200 mL, teniendo un volumen total de 3,6 litros.

Para la toma de muestra se realizó un muestreo puntual y se identificó el punto exacto de muestreo, teniendo que ser en el efluente aguas ácidas que discurre de uno de los vertimientos que van hacia la Planta de tratamiento de aguas mina (túnel Cachi Cachi) - Unidad Minera Yauricocha, se anotó dicho punto en coordenadas UTM, usando para ello un GPS.

La unidad muestral fue de 200 mililitros para el estudio de sus características fisicoquímicas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica principal fue la observación, ya que permitió la interacción del Tesista con las aguas acidas de mina recolectadas, a las cuales se les realizará el tratamiento de adsorción para remover Mn(II) y Cu(II).

Se emplearon como instrumentos 4 fichas de recolección de datos, las cuales están detalladas en el **Anexo 4** y se resumen en la **Tabla 3**:

Tabla 3. Fichas de recolección de datos

Ficha 1	Ficha de ubicación
Ficha 2	Datos de la toma de muestra de las aguas ácidas
Ficha 3	Caracterización inicial de las aguas ácidas – concentraciones iniciales
Ficha 4	Resultado de concentración final de Mn (II) y Cu (II)

Otras técnicas aplicadas fueron el muestreo puntual, preservación de muestras, pruebas experimentales y análisis de laboratorio.

Entre los instrumentos aplicados se tuvo, procedimiento de muestreo, monitoreo de parámetros en campo y a tiempo real, reportes de laboratorios y artículos de investigación, algunas plasmadas en fichas que se presentan en el **Anexo 4**.

3.5. Procedimiento

Seguidamente, damos a conocer el procedimiento que se tuvo en cuenta para el desarrollo de la parte experimental:

La investigación fue de enfoque experimental ya que se manipuló una o más variables de estudio y se controló el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, el experimento consistió en hacer un cambio en el valor de una variable independiente y observar su efecto en la variable dependiente.

Esto se llevó a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o

acontecimiento particular. Los métodos experimentales son los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales (Vilches, 2017).

A. Muestreo de las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha

Para determinar las características físicas y químicas de las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha, así como para que se desarrollen los ensayos experimentales, se realizó la recolección de muestras en base al protocolo descrito por (Ministerio de Energía y Minas, 2010).

Especificaciones previas al muestreo:

- Se tuvo presente todas las especificaciones mencionadas en el protocolo que se usó de guía, previamente de haberlo analizado.
- Se recibió el kit para toma de muestras enviado por el laboratorio acreditado Alex Stewart (International) del Perú S.R.L. en donde se mandaron a analizar las muestras, este contuvo los envases y cadena de custodia a usar, se verificó su buen estado.
- Se alistó otros registros necesarios para la toma de muestras, además de los equipos y materiales (GPS, cámara, pH-metro, entre otros).
- Se alistó los EPPs correspondientes para el muestreo (zapatos de seguridad, guantes látex con cubierta de antebrazo, mascarilla, lentes de seguridad y casco).

Especificaciones para la recolección de muestras

- Se realizó un muestreo puntual y se identificó el punto exacto de muestreo, que fue tomado en el efluente de las aguas ácidas que discurre de uno de los vertimientos que van hacia la Planta de tratamiento de aguas mina (túnel Cachi Cachi) - Unidad Minera Yauricocha, que se encuentra ubicada en el distrito de Alis de la provincia de Yauyos, departamento de Lima, se anotó dicho punto en coordenadas UTM las cuales fueron 18 S a 424152,6 mE, 8640727,2 mN a 4600 m.s.n.m. como se muestra en la **figura 1**.



Figura 1: Ubicación del punto de muestreo de las aguas ácidas en la planta de tratamiento de aguas minas de la Unidad Minera Yauricocha ubicada en chumpe

- Se rellenó los rótulos de los envases para la toma de muestra, de acuerdo al formato presentado.
- Se colectó suficientes cantidades del efluente de las aguas ácidas en los frascos enviados por el laboratorio certificado Alex Stewart (International) del Perú S.R.L.
- Se selló los envases y se almacenó en un cooler para ser transportados y enviados al laboratorio Alex Stewart (International) del Perú S.R.L. en donde se realizaron los análisis.
- Se colectó también 6 L de las aguas ácidas para el desarrollo de las corridas experimentales como se muestra en la **figura 2**.



Figura 2: Recolección de muestra de aguas ácidas

B. Preparación del carbón activado usando el endocarpio de aceituna (*Olea Europaea*) como materia precursora

Recolección de materia precursora (*Olea Europaea*)

- La materia prima de aceituna se recolectó de los puestos del Mercado Modelo de Huancayo y para obtener muestras más completas se recolectó por un periodo de 5 días 1 kg diario.
- El contenido se procedió a vaciar en un área plana de 1,5 m x 1,5 m de cemento pulido y bajo techo.
- El montón de residuos se mezcló con palas pequeñas hasta homogeneizarla.
- Se dividió en dos partes iguales, las cuales fueron secadas al aire libre a temperatura ambiente por 3 días.
- Se cogió 200 g de cada grupo para la ejecución de ensayos y respectivos estudios.

Preparación del carbón activado

A continuación, el endocarpio de aceituna pasó por diversos procesos para la elaboración del carbón.

- **Separación de las impurezas**

Se sacó el endocarpio de la aceituna y la materia obtenida se molió en un molino simple (**Figura 3a**), para luego pasar a tamizado utilizando una malla número 60 con una abertura de poros de 0,0098 pulgadas (**Figura 3b**) (Standard Test Sieve, 2004).



Figura 3: a) Separación del endocarpio de aceituna
b) Preparación del endocarpio de aceituna en papel filtro

Se pesó 25 g del endocarpio de aceituna y se colocó dentro de una bolsa que fue elaborada con papel filtro. La bolsa se colocó en una mufla EUROTECH DRY OVEN DHG-9030A por un tiempo de 20 horas a una temperatura de 80 °C (**Figura 4**) según normas (ASTM D-1105-96).



Figura 4: Secado del endocarpio de aceituna

- **Preparación del agente activante (H_3PO_4) al 50 %**

Se preparó una solución de ácido fosfórico (agente activante) a la concentración de 50 % (v/v) como se muestra en la **figura 5**. Para ello, se usó H_3PO_4 J.T Baker que tuvo una concentración de 85 % (Bohli, Ouederni y Villaescusa, 2013).

Se preparó 150 mL de H_3PO_4 al 50 %:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \quad (8)$$

Dónde:

C_1 = concentración del H_3PO_4 en (%)

V_1 = volumen que se sacó del frasco de 85 % en (mL)

C_2 = concentración que se halló (50 %)

V_2 = volumen que se preparó en (mL)

Reemplazando valores se obtuvo V_1 para preparar 150 mL de H_3PO_4 al 50 %:

$$85 \% \times V_1 = 50 \% \times 150 \text{ mL}$$

$$V_1 = 88,24 \text{ mL}$$

Se retiró 88,24 mL del frasco que contenía H_3PO_4 al 85 % y se transfirió a una fiola, aforándola a 150 mL con agua destilada.

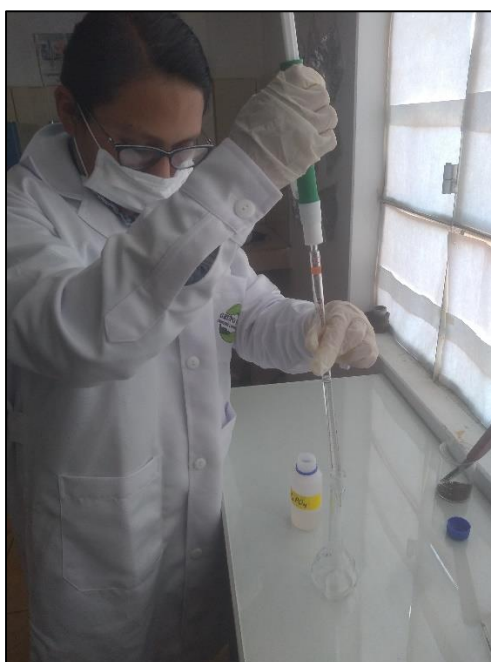


Figura 5: Preparación de la solución de ácido fosfórico al 50 %

- **Impregnación con el agente activante (H_3PO_4)**
 - Se definió la cantidad de endocarpio de aceituna que se usó, de acuerdo a investigaciones la definimos en razón de 1:3 (por cada gramo de muestra, 3 mL del agente activante al 50 %).
 - Se usó entonces 21 g de la muestra molida de endocarpio de aceituna y 63 mL del agente activante que fue el ácido fosfórico (H_3PO_4) al 50 %.
 - Se procedió a pesar entonces 21 g de la muestra en una balanza analítica de 4 dígitos, marca: SHIMADZU, serie: AUX220, y se colocó en un vaso

de precipitación de 250 mL de capacidad, luego se añadió 63 mL de la solución de H_3PO_4 al 50 % como se observa en la **figura 6** y la mezcla se agitó en un agitador magnético marca DLAB MS-H280-Pro por un tiempo de 2 horas a 85 °C.

- Por último, se colocó la muestra en una estufa a una temperatura de 85 °C hasta eliminar los restos de agua.



Figura 6: Activación del endocarpio de aceituna con el agente activante (ácido fosfórico)

- **Activación del carbón vegetal por el método químico**
 - Se colocó los 21 g del material impregnado seco dentro de un horno de calcinación a una temperatura de 600 °C por un periodo de 1 hora como se muestra en la **figura 7**.



Figura 7: Proceso de secado del endocarpio de aceituna activado

- Se lavó con agua desmineralizada la muestra, hasta alcanzar un pH 5.
- En una mufla EUROTTECH DRY OVEN DHG-9030A se secó la muestra a 80 °C por 24 horas (Obregón Valencia, 2012).
- Se molió manualmente la muestra en un mortero y por último se tamizó, para ello se utilizó el tamiz N°60 (American Society for Testing and Materials, 2004) que tiene una abertura de poros de 0,24892 milímetros.
- Finalmente se almacenó el carbón activado obtenido para su posterior utilización como se observa en la **figura 8**.



Figura 8: Carbón activado de endocarpio de aceituna

C. Cinética y equilibrio de adsorción del Mn(II) y Cu(II)

- Como primer paso, se modificó el pH de las muestras recolectadas de aguas ácidas mineras, las cuales presentaron como valor inicial de pH un valor de 2,9, llevándolas a valores de 3 y 5 de acuerdo al diseño experimental, para ello se usó una solución de HCl a 1M como se observa en la **figura 9** y **figura 10**.



Figura 9: Medición del pH inicial de la muestra de agua ácida de mina y posterior modificación a pH 5



Figura 10: Modificación del pH inicial de la muestra de agua ácida de mina con una solución de HCl a 1M

- Se utilizó 200 mL de muestra de agua ácida de mina para cada prueba experimental.
- Para las pruebas de adsorción se usó 1 g de carbón de endocarpio de aceituna, las cuales se vaciaron a las muestras de agua ácida de mina de 200 mL y fueron montadas a un agitador magnético múltiple, marca DLAB MS-H280-Pro, por un periodo de 90 minutos a 100 rpm como se observa en la **figura 11**.



Figura 11: Desarrollo de las pruebas de adsorción del Mn (II) y Cu (II)

Cinética de adsorción:

Para determinar los modelos cinéticos de adsorción del Mn(II) y Cu(II), que se encuentran en función de la concentración y el tiempo (C/t) se trabajó con la masa de 1 g con tiempos de contacto de 30 minutos, 60 minutos, 90 minutos y 120 minutos y un pH de 5 como se observa en la **figura 12**.



Figura 12: Desarrollo de las pruebas de cinética y equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II)

Equilibrio de adsorción:

Para determinar los modelos de equilibrio de adsorción del Mn(II) y Cu(II), que se encuentran en función de la concentración y masa del sorbente (C/m) se varió las masas y se trabajó con los valores de 0,5 g, 1 g, 1,5 g y 2 g como se observa en la **figura 13**, además se trabajó a un tiempo de contacto de 90 minutos y pH de 5.



Figura 13: Desarrollo Cantidades de biomasa para el desarrollo de las pruebas de experimentación para el equilibrio de adsorción de Mn (II) y Cu (II)

Finalmente se alistaron las muestras de los resultados del equilibrio y cinética de adsorción del de Mn (II) y Cu (II) para sus análisis respectivos como se observa en la **figura 14**.

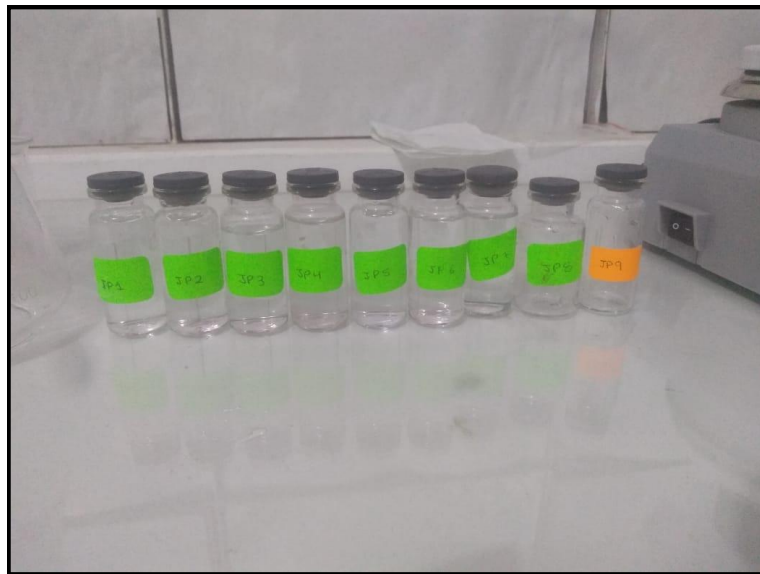


Figura 14: Resultados de las pruebas de adsorción, cinética y equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II)

3.6. Método de análisis de datos

Para contrastar las hipótesis se usó softwares estadísticos como la versión 18.0 del Minitab y el Microsoft Excel, se aplicó el análisis de Anova para estudiar las varianzas de los resultados que se obtuvieron en las pruebas de experimentación en relación a la adsorción de Mn (II) y Cu (II), así mismo se realizó la comparación de los coeficientes de correlación de los modelos

cinéticos y de equilibrio para determinar el mejor ajuste y una prueba de normalidad para los resultados que se obtuvieron en cada prueba de experimentación.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación respetó la propiedad intelectual, citando a los autores y la ética en investigación de la universidad, RCU N° 0126-2017/UCV. Además, se ajustó a la Resolución Rectoral N° 0089 -2019/UCV, Reglamento de investigación de la Universidad César Vallejo y mediante Disposición N° 7.4 de la Resolución de Vicerrectorado de Investigación N° 008-2017-VI/UCV: la cual se verificó mediante el turnitin la evidencia de no copia del proyecto de investigación.

IV. RESULTADOS

Para dar inicio al desarrollo de las pruebas de experimentación, se realizó el muestreo de las aguas ácidas que discurre de uno de los vertimientos que van hacia la Planta de tratamiento de aguas mina (túnel Cachi Cachi) - Unidad Minera Yauricocha, para ello se siguieron los pasos establecidos por el protocolo de monitoreo de aguas propuesto por el MINEM, cuyos detalles se especificó en el capítulo III.

Las muestras de agua recolectada se llevaron al laboratorio certificado Alex Stewart (International) del Perú S.R.L. para su caracterización inicial, cuyo reporte se muestra en el Anexo 6-A, donde mediante un análisis de Absorción Atómica se determinó los valores de las concentraciones iniciales de cobre y manganeso de las aguas ácidas que se muestra en la **Tabla 4**, dicho reporte sirvió como contraste para los resultados obtenidos al enviar una muestra, la cual se tomó el mismo día que se llevaron a cabo las pruebas experimentales, tomada en el mismo punto y siguiendo las especificaciones del protocolo, al laboratorio Químico de Yauli, en donde mediante un análisis de Espectroscopia de Absorción Atómica, se determinó la concentración inicial de los metales en estudio (anexo 6-B), cuyos resultados son similares a los obtenidos en el laboratorio certificado, los datos se muestran en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Resultados de la concentración inicial de cobre y manganeso

Alex Stewart (International) del Perú S.R.L.		Laboratorio Químico de Yauli	
Cobre (Cu) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Manganeso (Mn) ppm
12,51	9,20	12,37	9,28

Efecto del pH inicial en la adsorción de Mn (II) y Cu (II)

Se realizó el tratamiento para remover Cu (II) y Mn (II) de las aguas ácidas que discurre de uno de los vertimientos que van hacia la Planta de tratamiento de aguas mina (túnel Cachi Cachi) - Unidad Minera Yauricocha mediante el uso de un adsorbente natural a base del endocarpio de aceituna, se trabajó con el carbón activado de dicho recurso, variando en la experimentación el pH de las muestras de aguas ácidas recolectadas, luego

se tomaron alícuotas de 15 mL de cada prueba y se mandaron a analizar al laboratorio Químico de Yauli, en donde se determinó la concentración final de cobre y manganeso, cuyos resultados se muestran en la **Tabla 5** y en el reporte LQY 20.1.1-059 (Anexo 6-B), además se envió una prueba al laboratorio LABECO S.C.R.L. que validó los resultados (Anexo 6-D).

Tabla 5. Concentraciones de Cu (II) y Mn (II) después del tratamiento con carbón activado de endocarpio de aceituna

Réplicas	Concentración final de Cu (II) ppm		Concentración final de Mn (II) ppm	
	pH=3	pH=5	pH=3	pH=5
R-I	4,83	3,36	0,09	0,99
R-II	4,80	3,33	0,08	1,01
R-III	4,87	3,40	0,10	0,98

La **Tabla 5** se basó en el diseño experimental propuesto en la investigación, en donde se observa las concentraciones finales tanto de Cu (II) como de Mn (II), después de haberse llevado a cabo el tratamiento de las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha con carbón activado a base de endocarpio de aceituna, habiendo variado los valores de pH de las soluciones a 3 y 5, se obtuvo valores mínimo de concentración para Cu (II) de 3,33 ppm cuando se realizó el tratamiento a un pH 5 y para el caso de Mn (II) de 0,08 ppm cuando se realizó el tratamiento a un pH de 3.

Para entender mejor el comportamiento del pH respecto a la remoción de los metales estudiados, se presenta la **Figura 15** para el caso del Cu (II) y la **Figura 16** para el caso del Mn (II).

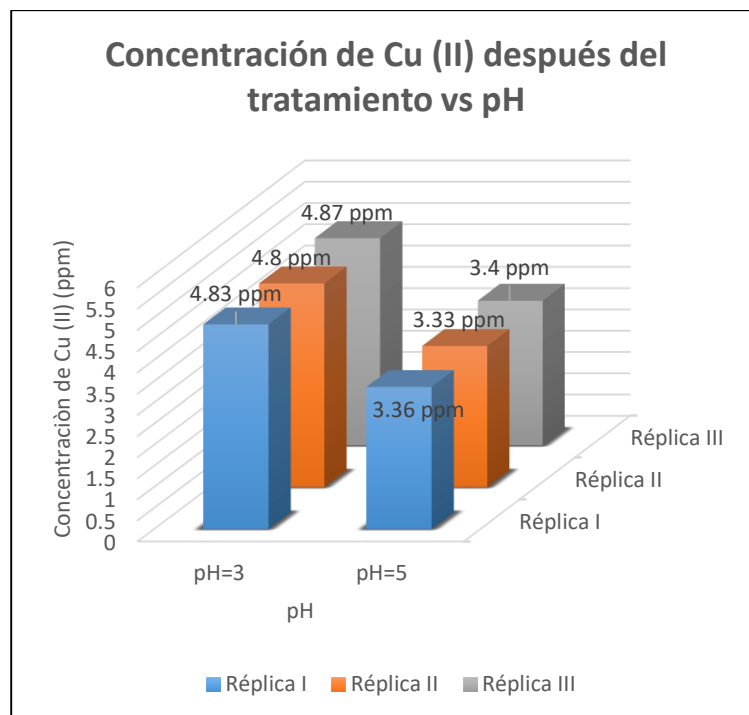


Figura 15: Concentraciones de Cu (II) después del tratamiento

En la **Figura 15** se muestran las concentraciones finales obtenidas después de haberse realizado el tratamiento de las aguas ácidas con el carbón activado de endocarpio de aceituna para remover cobre (II), se muestran los resultados de las 3 réplicas para dos pH de trabajo que fueron 3 y 5, se observa que los valores mínimos de concentración final de Cu (II) se obtuvieron cuando se trabajó a pH 5, obteniendo valores de 3,36 ppm, 3,33 ppm y 3,4 ppm para la réplica I, réplica II y réplica III respectivamente.

En la **Figura 16** se muestran las concentraciones finales obtenidas después de haberse realizado el tratamiento de las aguas ácidas con el carbón activado de endocarpio de aceituna para remover Mn (II), se muestran los resultados de las 3 réplicas para los dos pH de trabajo que fueron 3 y 5, se observa que los valores mínimos de concentración final de Mn (II) se obtuvieron cuando se trabajó a pH 3, obteniendo valores de 0,09 ppm, 0,08 ppm y 0,1 ppm para la réplica I, réplica II y réplica III respectivamente.

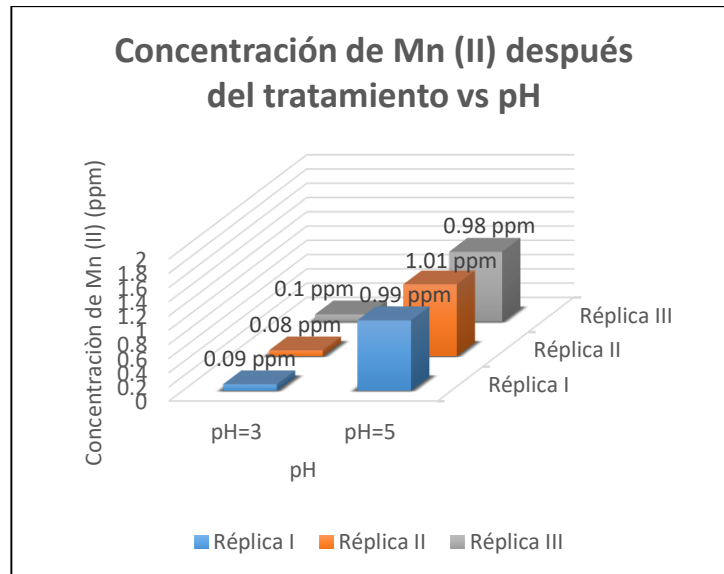


Figura 16: Concentraciones de Mn (II) después del tratamiento

Se aplicó las ecuaciones 2 y 3, las que permitieron hallar en porcentajes, la remoción de Cu (II) y Mn (II) a cada pH de estudio, los cuales se registraron en la **tabla 6**.

$$\text{Remoción de Cu (II)}(\%) = \frac{\text{Concent. inicial Cu (II)} - \text{Concent. final Cu (II)}}{\text{Concent. inicial Cu (II)}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Remoción de Mn (II)}(\%) = \frac{\text{Concent. inicial Mn (II)} - \text{Concent. final Mn (II)}}{\text{Concent. inicial Mn (II)}} \times 100 \quad (3)$$

Tabla 6. Porcentaje de remoción de Cu (II) y Mn (II) después del tratamiento con carbón activado de endocarpio de aceituna

Réplicas	Porcentaje de remoción de Cu (II) (%)		Porcentaje de remoción de Mn (II) (%)	
	pH=3	pH=5	pH=3	pH=5
R-I	60,95 %	72,84 %	99,03 %	89,33 %
R-II	61,20 %	73,08 %	99,14 %	89,12 %
R-III	60,63 %	72,51 %	98,92 %	89,44 %

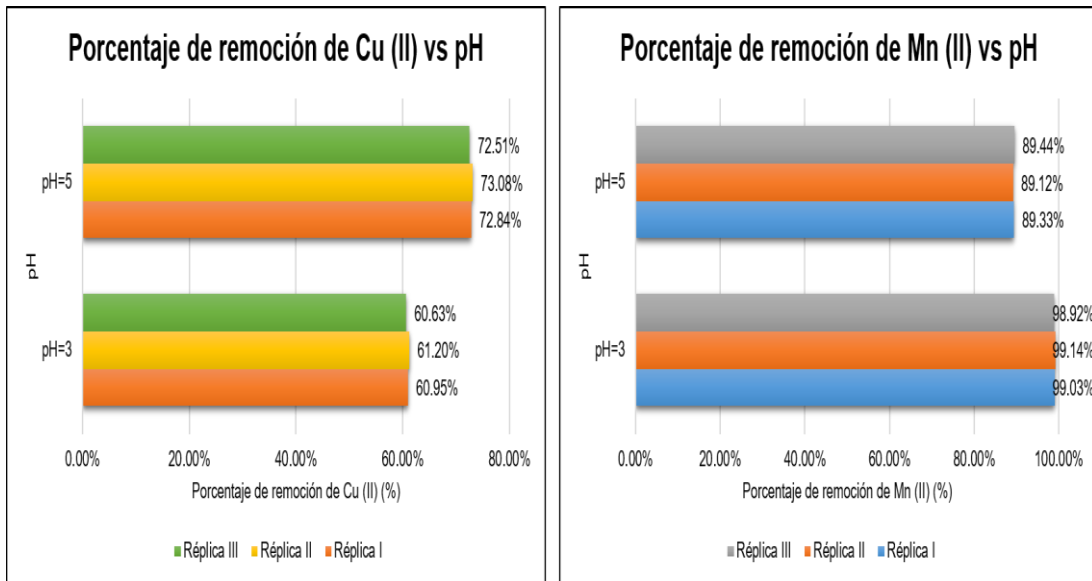


Figura 17: Efecto del pH en la remoción de Cu (II) y Mn (II)

Para entender mejor el efecto del pH en la remoción del Cu (II) y Mn (II) se muestra la **figura 17**, en donde en la figura de la izquierda se presentan los porcentajes de remoción obtenidos para el Cu (II) y en la derecha para el Mn (II) a los dos pH de estudio, que fueron 3 y 5.

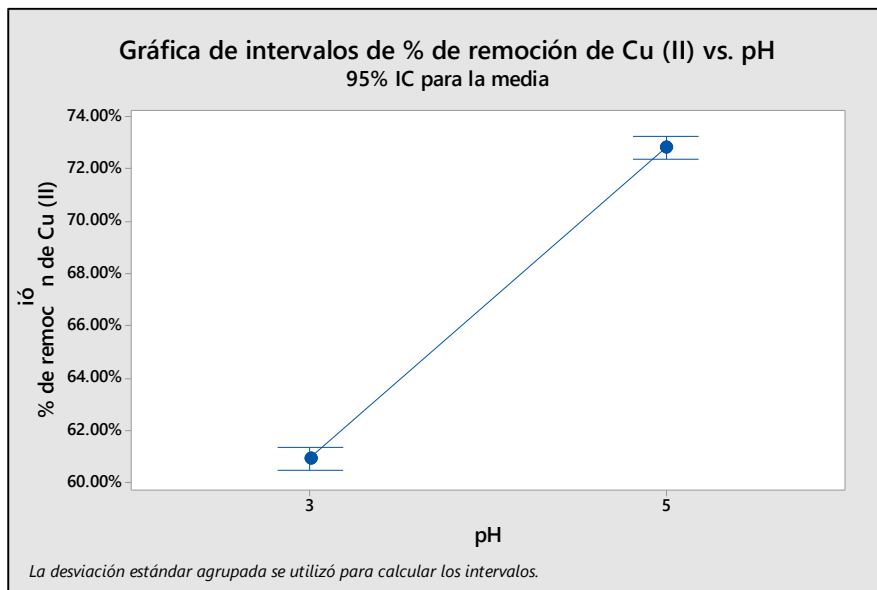


Figura 18: Gráfica de intervalos del porcentaje de remoción de Cu (II)

En la **figura 18** se expone la gráfica de intervalos del porcentaje de remoción del Cu (II) vs el pH, en donde se observa que los mínimos valores obtenidos de remoción de Cu (II) estuvieron en un rango del 60 % al 62 %, cuando se trabajó con un pH de 3, y los máximos valores de remoción de

cobre estuvieron en el rango de porcentajes del 72 % al 74 % cuando se trabajó con un pH de 5.

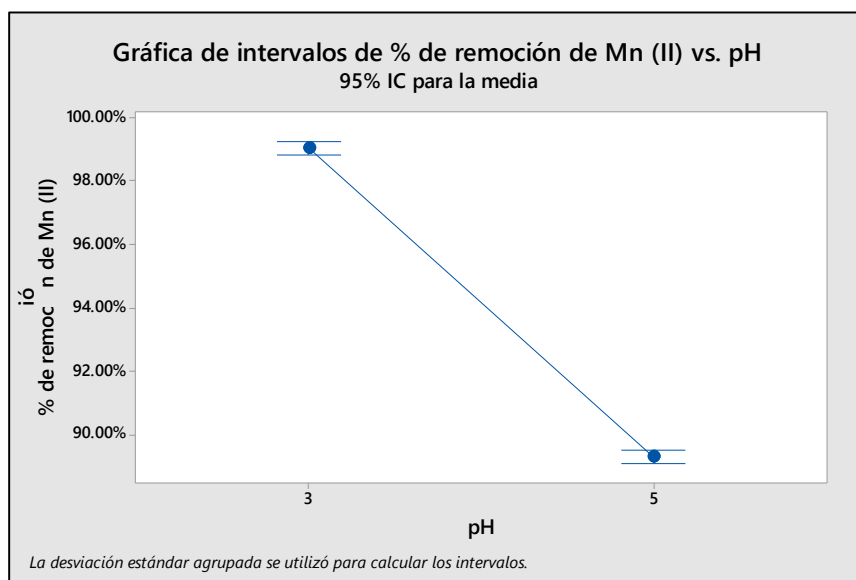


Figura 19: Gráfica de intervalos del porcentaje de remoción de Mn (II)

En la **figura 19** se expone la gráfica de intervalos del porcentaje de remoción del Mn (II) vs el pH, en donde se observa que los mínimos valores obtenidos de remoción de Cu (II) estuvieron en un rango del 88 % al 90 %, cuando se trabajó con un pH de 5, y los máximos valores de remoción de cobre estuvieron en el rango de porcentajes del 98 % al 100 % cuando se trabajó con un pH de 3.

Modelo cinético de adsorción del Cu (II) y Mn (II)

Se realizó también el estudio de la cinética del Cu (II) y Mn (II) de las aguas ácidas que discurre de uno de los vertimientos que van hacia la Planta de tratamiento de aguas mina (túnel Cachi Cachi) - Unidad Minera Yauricocha mediante el uso de un adsorbente natural a base del endocarpio de aceituna, para el estudio de la cinética, se trabajó con los tiempos de 30 minutos, 60 minutos, 90 minutos y 120 minutos, cuyos resultados fueron analizados en el laboratorio Químico de Yauli y se muestran en el reporte LQY 20.1.1-086 (anexo 6-C) y en la **Tabla 7** y **Tabla 8** para la cinética de adsorción del Cu (II) y Mn (II) respectivamente.

Tabla 7. Resultados del estudio de la cinética de adsorción del Cu (II)

Concentración inicial de Cu (II) (ppm)	Tiempo de contacto (minutos)	Concentración final de Cu (II) (ppm)
12,37	0	12,37
12,37	30	5,17
12,37	60	4,33
12,37	90	3,34
12,37	120	0,41

Tabla 8. Resultados del estudio de la cinética de adsorción del Mn (II)

Concentración inicial de Mn (II) (ppm)	Tiempo de contacto (minutos)	Concentración final de Mn (II) (ppm)
9,28	0	9,28
9,28	30	4,61
9,28	60	2,79
9,28	90	0,88
9,28	120	0,24

Las **Tabla 7** y **Tabla 8** presentan los resultados obtenidos después de haberse realizado el tratamiento de las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha con 1 g de carbón activado, a un pH de 5 y variando los tiempos de contacto en rangos de 30 minutos, hasta los 120 minutos, para observar mejor el comportamiento de la remoción del Cu (II) y Mn (II) respecto al tiempo se presenta la **Figura 20**.

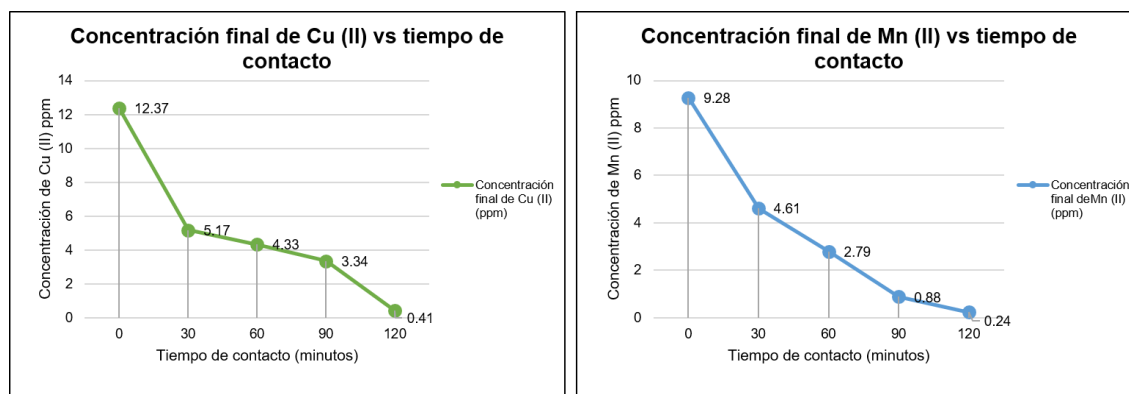


Figura 20: Concentraciones de Cu (II) y Mn (II) después del tratamiento vs tiempo de contacto

En la **Figura 20** se muestra el comportamiento de la concentración final del Cu (II), en la figura de la izquierda y el comportamiento de la concentración final del Mn (II), en la figura de la derecha, en función del tiempo de contacto. Se observa para ambos casos que mientras transcurre el tiempo, se obtienen mejores resultados, llegándose a obtener concentraciones finales mínimas de Cu (II) de 0,41 ppm a un tiempo de 120 minutos y una concentración mínima de Mn (II) de 0,24 ppm al mismo tiempo de evaluación de 120 minutos.

Cinética de adsorción de primer orden del Mn (II) y Cu (II)

Se estudió la cinética de adsorción del Mn (II) y Cu (II) de primer orden, cuya ecuación usada para el análisis de datos fue la siguiente:

$$\ln (q_t) = \ln q_e - k_1 \times t \dots\dots\dots (4)$$

Siendo: q_e (mg/g)=concentración en el equilibrio, k_1 =constante de velocidad de primer orden y q_t (mg/g)=cantidad adsorbida en el momento t (min) (Yan hui Li, Wang, Luan, Ding, y Xu, 2003).

En la **tabla 9** y **tabla 10** se presentan los datos que fueron usados para poder representar gráficamente la cinética de adsorción de primer orden y segundo orden del Mn (II) y del Cu (II) respectivamente, la concentración inicial para el estudio del Mn (II) fue de 9,28 ppm, mientras que para el estudio del Cu (II) fue de 12,37 ppm.

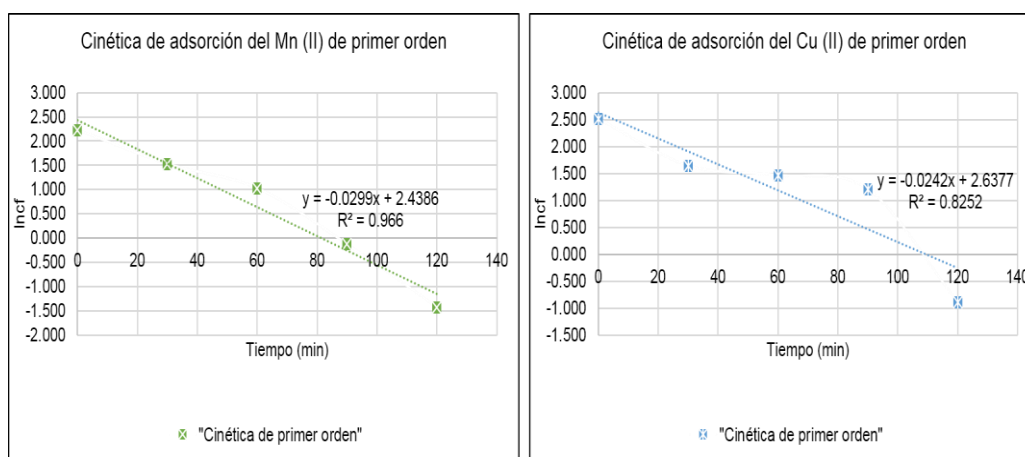
Tabla 9. Parámetros utilizados para la cinética de adsorción del Mn (II)

T	Qt	Ln (qt)	1/qt
0	9,28	2,228	0,108
30	4,61	1,528	0,217
60	2,79	1,026	0,358
90	0,88	-0,128	1,136
120	0,24	-1,427	4,167

Tabla 10. Parámetros utilizados para la cinética de adsorción del Cu (II)

T	Qt	Ln (qt)	1/qt
0	12,37	2,515	0,081
30	5,17	1,643	0,193
60	4,33	1,466	0,231
90	3,34	1,206	0,299
120	0,41	-0,892	2,439

Los valores adsorbidos en el tiempo t (q_t) se extrajeron del reporte enviado por el laboratorio Químico de Yauli LQY 20.1.1-086 (anexo 6-C).



(a)

(b)

Figura 21: Cinética de adsorción de primer orden del Mn (II) y Cu (II)

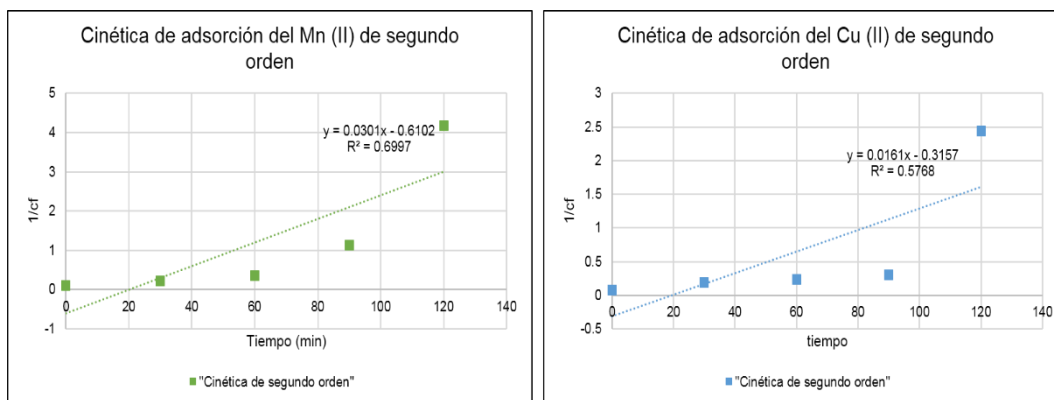
Cinética de adsorción de segundo orden del Mn (II) y Cu (II)

Se estudió la cinética de adsorción del Mn (II) y Cu (II) de segundo orden, cuya ecuación usada para el análisis de datos fue la siguiente:

$$\frac{1}{q_t} = \frac{1}{q_e} + (k_2 \times t) \dots \dots \dots (5)$$

Siendo: q_e (mg/g)=cantidad adsorbida en el equilibrio, k_2 =constante de velocidad de segundo orden y q_t (mg/g)=cantidad adsorbida en el momento t (min) .

De acuerdo a los datos de la **tabla 9** y **tabla 10** se representó gráficamente la cinética de adsorción de segundo orden del Mn (II) y del Cu (II) respectivamente, la concentración inicial para el estudio de la cinética de segundo orden del Mn (II) fue de 9,28 ppm, mientras que para el estudio del Cu (II) fue de 12,37 ppm.



(a)

(b)

Figura 22: Cinética de adsorción de segundo orden del Mn (II) y Cu (II)

En la **tabla 11** se presentan los valores de las constantes de velocidad que se obtuvieron para la cinética de primer y segundo orden tanto del Mn (II) como del Cu (II).

Tabla 11. Constantes cinéticas de adsorción del Mn (II) y Cu (II)

	C. Inicial (ppm)	primer orden			segundo orden		
		q _e (mg L ⁻¹)	K (min ⁻¹)	R ²	q _e (mg L ⁻¹)	K (L mg ⁻¹ min ⁻¹)	R ²
Mn (II)	9,28	0,891	0,0299	0,966	1,639	0,0301	0,6997
Cu (II)	12,37	0,970	0,0242	0,8252	3,168	0,0161	0,5768

Equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II)

Se realizó el estudio del equilibrio de adsorción se varió la cantidad de adsorbente, que fue el carbón de endocarpio de aceituna, cuyos valores fueron 0,5 g, 1 g, 1,5 g y 2 g, los resultados de esta evaluación se muestran en el reporte LQY 20.1.1-086 (anexo 6-C) y en la **Tabla 12** y **Tabla 13** para el equilibrio de adsorción del Cu (II) y Mn (II) respectivamente.

Tabla 12. Resultados del estudio del equilibrio de adsorción del Cu (II)

Concentración inicial de Cu (II) (ppm)	Cantidad de adsorbente (g)	Concentración final de Cu (II) (ppm)
12,37	0,5	6,18
12,37	1	3,34
12,37	1,5	1,15
12,37	2	0,46

Tabla 13. Resultados del estudio del equilibrio de adsorción del Mn (II)

Concentración inicial de Mn (II) (ppm)	Cantidad de adsorbente (g)	Concentración final de Mn (II) (ppm)
9,28	0,5	2,14
9,28	1	0,88
9,28	1,5	0,45
9,28	2	0,18

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 12** y **Tabla 13** presentan los resultados obtenidos después de haberse realizado el tratamiento de las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha por un periodo de 90 minutos, a un pH de 5 y variando las cantidades del adsorbente desde 0,5 g hasta 2 g, siendo el rango de variación de 0,5 g; para observar mejor el comportamiento de la remoción del Cu (II) y Mn (II) respecto a la cantidad de adsorbente se presenta la **Figura 23**.

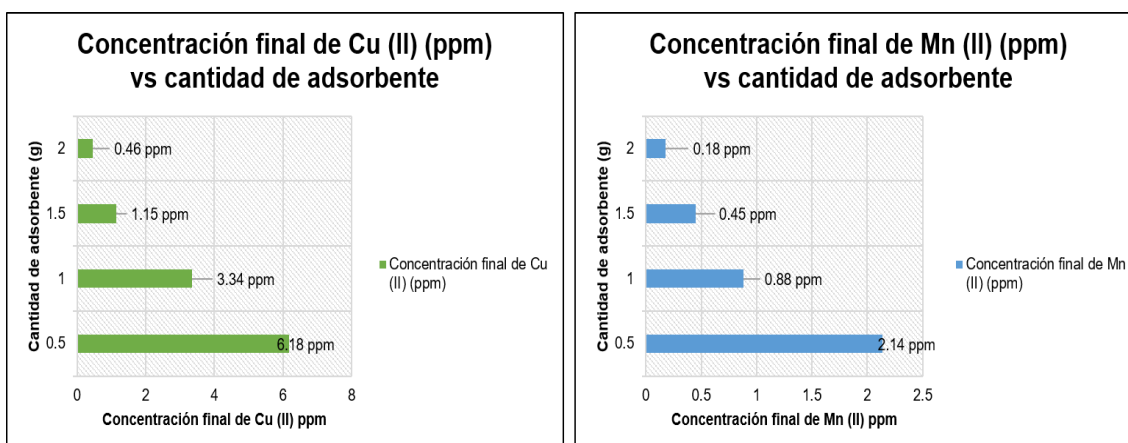


Figura 23: Concentraciones de Cu (II) y Mn (II) después del tratamiento vs cantidad de adsorbente

En la **Figura 23** se muestra el comportamiento de la concentración final del Cu (II), en la figura de la izquierda y el comportamiento de la concentración final del Mn (II), en la figura de la derecha, en función de la cantidad de adsorbente. Se observa para ambos casos que, a mayor cantidad de adsorbente, se obtienen mejores resultados, llegándose a obtener concentraciones finales mínimas de Cu (II) de 0,46 ppm con una cantidad de adsorbente de 2 g y una concentración mínima de Mn (II) de 0,18 ppm con la misma cantidad de adsorbente de 2 g.

Isoterma de Langmuir para el estudio de equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu(II)

La forma lineal de la ecuación isotérmica de Langmuir se da como:

$$q_e = \frac{q_m b C_e}{1 + b C_e} \dots \dots \dots (6)$$

Ajustándola linealmente se tiene:

$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{q_m} + \frac{1}{q_m b C_e} \dots \dots \dots (7)$$

Siendo: C_e (mg/L)=concentración en el equilibrio, q_e (mg/L)=cantidad adsorbida en el equilibrio por cantidad de sorbente, q_m (mg/L)=capacidad adsorptiva de la monocapa de saturación y b (L/mg)=constante de adsorción de Langmuir.

Para hallar el valor de las cantidades de Mn (II) y Cu (II) adsorbidos por gramo de adsorbente en condiciones de equilibrio, se aplicó la siguiente ecuación (Dada, Olalekan, Olatunya, y Dada, 2012).

$$q_e = \frac{v(c_i - c_e)}{w} \dots \dots \dots (8)$$

Siendo c_i, c_e (mg/L)=concentración inicial y final del Mn (II) y Cu (II), v (L)= volumen usado y w (g) = peso del adsorbente.

Luego de haberse realizado las pruebas de adsorción para el Mn (II) y el Cu (II) se envió muestras representativas tratadas de 15 mL al laboratorio Químico de Yauli, en donde se analizó la concentración final de los metales

después del tratamiento con 0,5 g, 1 g, 1,5 g y 2 g de carbón activado de aceituna, los resultados del análisis de laboratorio se presentan en el reporte LQY 20.1.1-086 (anexo 6-C) y en la **tabla 12** para el Cu (II) y en la **tabla 13** para el Mn (II).

- **Isoterma de Langmuir para el Mn (II)**

Para representar de manera gráfica la isoterma de Lagmuir para el estudio de adsorción del Mn (II), se presenta en la **tabla 14** los parámetros usados para el estudio.

Tabla 14. Parámetros utilizados la isoterma de Langmuir

Masa (g)	C _e (mg/L)	q _e (mg/g)	1/C _e	1/q _e
0,5	2,14	2,856	0,467	0,350
1	0,88	1,680	1,136	0,595
1,5	0,45	1,177	2,222	0,849
2	0,18	0,910	5,556	1,099

Se toman los datos de la **tabla 14**, 1/C_e y 1/q_e para la representación gráfica de la isoterma de Langmuir mostrada en la **figura 24**.

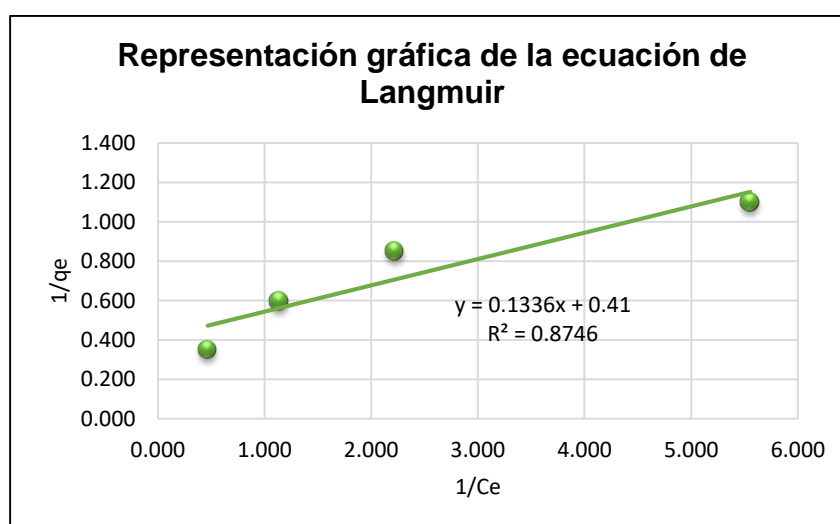


Figura 24: Isoterma de Langmuir para el Mn (II)

- **Isoterma de Langmuir para el Cu (II)**

Para representar de manera gráfica la isoterma de Langmuir para el estudio de adsorción del Cu (II), se presenta en la **tabla 15** los parámetros usados para el estudio.

Tabla 15. Parámetros utilizados la isoterma de Langmuir

Masa (g)	C _e (mg/L)	q _e (mg/g)	1/C _e	1/q _e
0,5	6,18	2,292	0,162	0,436
1	3,34	1,714	0,299	0,583
1,5	1,15	1,435	0,870	0,697
2	0,46	1,145	2,174	0,873

Se toman los datos de la **tabla 15**, 1/C_e y 1/q_e para la representación gráfica de la isoterma de Langmuir mostrada en la **figura 25**.

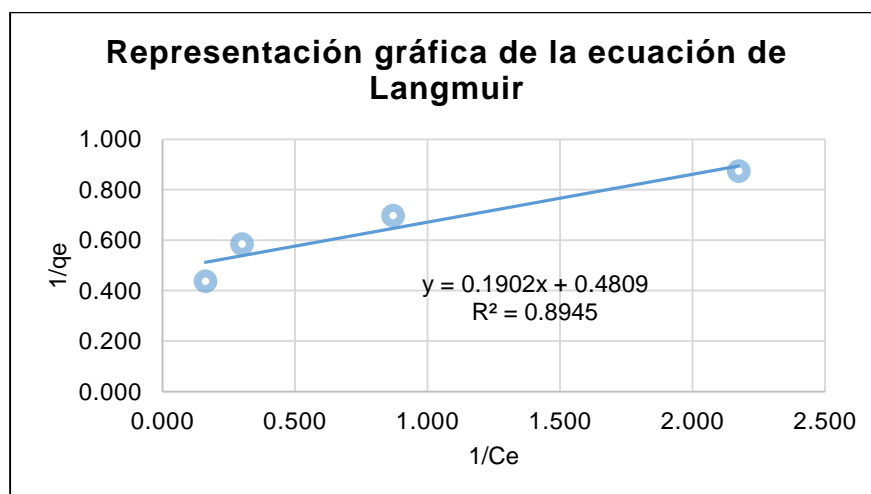


Figura 25: Isotherma de Langmuir para el Cu (II)

La **tabla 16**, presenta las constantes determinadas a partir de las gráficas de las isotermas de Langmuir para el Mn (II) y para el Cu (II).

Tabla 16. Constantes de la isoterma de Langmuir

	Mn (II)		Cu (II)
Ecuación de la isoterma	$y = 0,1336x + 0,41$	Ecuación de la isoterma	$y = 0,1902X + 0,4809$
R ²	0,8746	R ²	0,8945

Ordenada (1/q_{max})	0,41	Ordenada (1/q_{max})	0,4809
Pendiente (1/q_{max.b})	0,1336	Pendiente (1/q_{max.b})	0,1902
q_{max}	2,4390	q_{max}	2,0794
B	3,0689	b	2,5284

La isoterma de Freundlich describe las energías de superficie heterogéneas por adsorción multicapa y se expresa:

$$q_e = K_f C_e^{\frac{1}{n}} \dots \dots \dots (9)$$

Que linealmente, se tendría la siguiente ecuación:

$$q_e = \text{Log}K_f + \frac{1}{n}\text{Log}C_e \dots \dots (10)$$

Siendo: C_e (mg/L)=concentración en el equilibrio, q_e (mg/L)=cantidad adsorbida en el equilibrio por cantidad de sorbente, K_f (mg/g) y n =constantes de Freundlich en relación a la capacidad de adsorción e intensidad de adsorción (Aziz, Yusoff, Adlan, Adnan, y Alias, 2004).

• **Isoterma de Freundlich para el Mn (II)**

Para representar de manera gráfica la isoterma de Freundlich para el estudio de adsorción del Mn (II), se presenta en la **tabla 17** los parámetros usados para el estudio.

Tabla 17. Parámetros utilizados la isoterma de Freundlich

Masa (g)	C_e (mg/L)	q_e (mg/g)	Log C_e	Log q_e
0,5	2,14	2,856	0,330	0,456
1	0,88	1,680	0,056	0,225
1,5	0,45	1,177	0,347	0,071
2	0,18	0,910	0,745	0,041

Se toman los datos de la **tabla 17**, Log C_e y Log q_e para la representación gráfica de la isoterma de Freundlich mostrada en la **figura 26**.

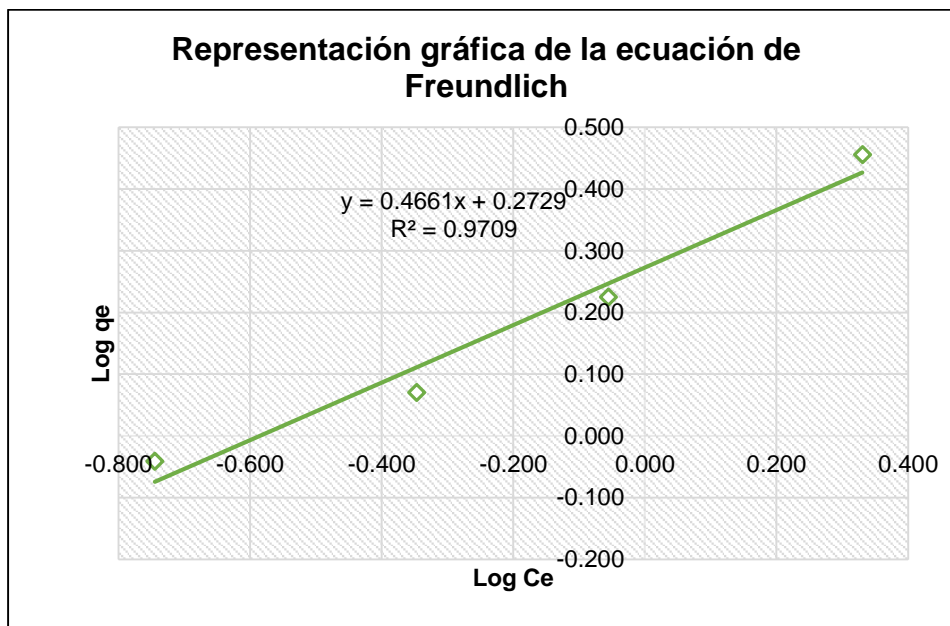


Figura 26: Isoterma de Freundlich para el Mn (II)

- **Isoterma de Freundlich para el Cu (II)**

Para representar de manera gráfica la isoterma de Freundlich para el estudio de adsorción del Cu (II), se presenta en la **tabla 18** los parámetros usados para el estudio.

Tabla 18. Parámetros utilizados la isoterma de Freundlich

Masa (g)	C_e (mg/L)	q_e (mg/g)	Log C_e	Log q_e
0,5	6,18	2,292	0,791	0,360
1	3,34	1,714	0,524	0,234
1,5	1,15	1,435	0,061	0,157
2	0,46	1,145	-	0,059

Se toman los datos de la **tabla 18**, Log C_e y Log q_e para la representación gráfica de la isoterma de Freundlich mostrada en la **figura 27**.

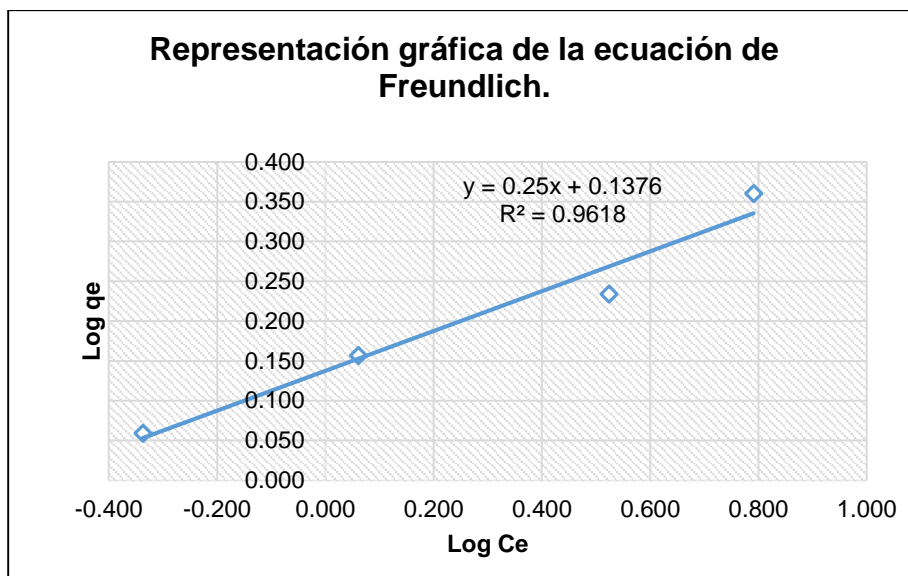


Figura 27: Isotherma de Freundlich para el Cu (II)

La **tabla 19**, presenta las constantes determinadas a partir de las gráficas de las isothermas de Freundlich para el Mn (II) y para el Cu (II).

Tabla 19. Constantes de la isoterma de Freundlich

Mn (II)		Cu (II)	
Ecuación de la isoterma	$y = 0,4661x + 0,2729$	Ecuación de la isoterma	$y = 0,25x + 0,1367$
R²	0,9709	R²	0,9618
Ordenada a (1/q_{max})	0,2729	Ordenada a (1/q_{max})	0,1367
Pendiente (1/q_{max}.b)	0,4661	Pendiente (1/q_{max}.b)	0,25
q_{max}	1,87456	q_{max}	1,36994
b	2,14546	B	4

Análisis inferencial y descriptivo

Prueba de normalidad para los datos de adsorción del Mn (II) y Cu (II)

La **figura 28**, muestra la gráfica de normalidad, hallada con los residuos de la diferencia entre el % de adsorción de Mn (II) experimental y el % de adsorción que predice el modelo, se observa que los puntos no se

encuentran fuera de las líneas de control, así mismo analizando el valor de $p=0,327$ se afirma que los datos provienen de una población normal ya que el valor es mayor al valor de significancia $p=0,05$ según la aplicación de la prueba de Shapiro Wilks.

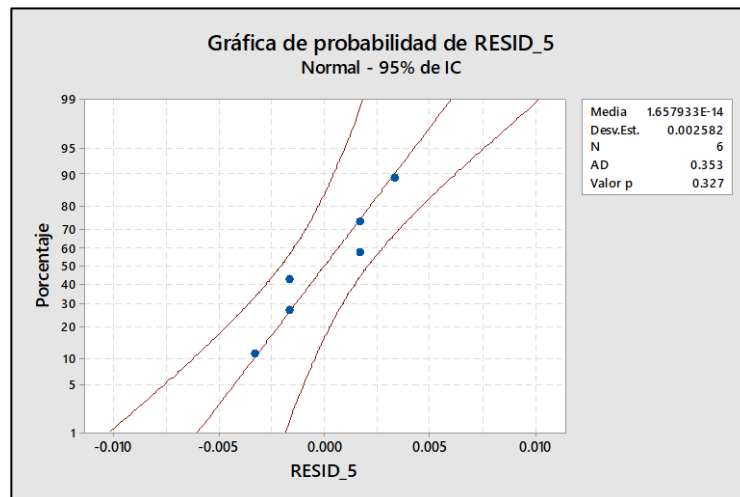


Figura 28: Gráfica de probabilidad normal para la adsorción del Mn (II)

La **figura 29**, muestra la gráfica de normalidad, hallada con los residuos de la diferencia entre el % de adsorción de Cu (II) experimental y el % de adsorción que predice el modelo, se observa que los puntos no se encuentran fuera de las líneas de control, así mismo analizando el valor de $p=0,512$ se afirma que los datos provienen de una población normal ya que el valor es mayor al valor de significancia $p=0,05$ según la aplicación de la prueba de Shapiro Wilks.

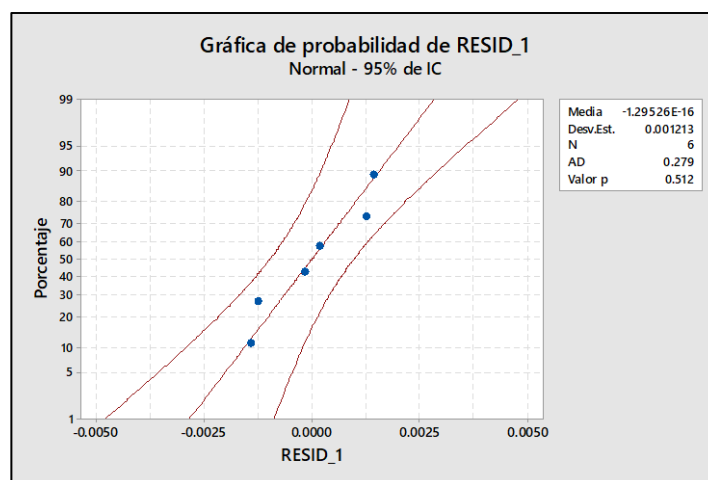


Figura 29: Gráfica de probabilidad normal para la adsorción del Cu (II)

Para evaluar el efecto del pH en la adsorción del Mn (II) se realizó un análisis de varianza:

Modelo lineal general: % de adsorción de Mn (II) vs pH; bloques

Tabla 20. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
pH	Fijo	2	3; 5
Bloques	Fijo	3	1; 2; 3

Análisis de varianza

Tabla 21. Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
pH	1	0,014213	0,014213	3865,32	0,000
Bloques	2	0,000000	0,000000	0,05	0,950
Error	2	0,000007	0,000004		
Total	5	0,014221			

Interpretación

Según se presenta en la **tabla 21**, se realiza el valor de p para los bloques, observando un valor $p=0,950$, siendo este valor mayor al nivel de significancia indicado ($p=0,05$), ante ello se advierte que los resultados que se obtuvieron en las pruebas de experimentación son próximos entre sí, de la misma manera según el valor de p obtenido, se afirma que el pH inicial de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha afecta de manera significativa en la adsorción del Mn (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna.

Para evaluar el efecto del pH en la adsorción del Cu (II) se realizó un análisis de varianza:

Método

Codificación de factores: (-1; 0; +1)

Modelo lineal general: % de adsorción de Cu (II) vs pH; bloques

Tabla 22. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
pH	Fijo	2	3; 5
Bloques	Fijo	3	1; 2; 3

Análisis de varianza

Tabla 23. Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Ph	1	211,820	211,820	12709225,00	0,000
Bloques	2	0,327	0,164	9811,00	0,000
Error	2	0,000	0,000		
Total	5	212,147			

Interpretación

Según se presenta en la **tabla 23**, se realiza el valor de p para los bloques, observando un valor $p=0,000$, siendo este valor menor al nivel de significancia indicado ($p=0,05$), ante ello se advierte que los resultados que se obtuvieron en las pruebas de experimentación no fueron próximos entre sí, de la misma manera según el valor de p obtenido, lo que indica que el pH inicial de las aguas ácidas de Unidad Minera Yauricocha no afecta de manera significativa en la adsorción del Cu (II) utilizando carbón activado a partir del endocarpio de aceituna.

V. DISCUSIÓN

Efecto del pH inicial en la adsorción de Mn (II) y Cu (II)

La adsorción tanto de los iones de Cu (II) como de Mn (II), sobre el carbón activado de endocarpio de aceituna se estudió a los pH de 3 y 5, en función a las concentraciones iniciales de Cu (II) y Mn (II), así como las concentraciones finales de las mismas, tal como se observa en la **tabla 6**, que muestra los porcentajes de remoción alcanzados tanto por el Cu (II) como por el Mn (II). Para el caso del Cu (II) se alcanzaron los mayores porcentajes de remoción, cuando se trabajó con el pH 5, obteniendo el máximo valor de remoción de Cu (II) de 73,08 %, se llegó a una concentración de 3.33 ppm de Cu, en contraste con el valor de 61,20 %, se llegó a una concentración de 4.8 ppm de Cu, obtenido cuando se trabajó con el pH 3, ambos trabajados en la réplica II, se afirma entonces que la remoción de Cu (II) se ve favorecida por un valor mayor de pH, similares resultados fueron obtenidos por (Luna, da Costa, Henriques, y Herbst, 2007) en donde alcanzaron los mejores resultados de remoción de Cu (II) en el rango de pH de 4 a 5, así mismo encontraron que a rangos menores de 3 de pH, la remoción de Cu (II) fue inhibida, posiblemente esto se deba a la competencia entre los iones de hidrógeno y cobre en los sitios de sorción, con una posible preponderancia de los iones hidrógeno, lo que restringe el acercamiento de los cationes metálicos como consecuencia de la fuerza repulsiva. Para el caso del Mn (II), caso contrario a los resultados vistos en el Cu (II), se logró los mejores porcentajes de remoción cuando se trabajó con pH 3, obteniendo el máximo porcentaje de remoción de 99,14 %, se llegó a una concentración de 0.08 ppm de Mn, en la réplica II; sin embargo, los resultados obtenidos con el pH 5 también resultaron favorables siendo el máximo alcanzado de 89,44 %, se llegó a una concentración de 0.98 ppm de Mn, dicho comportamiento se contrasta con el estudio de (A. Akl 2013) quienes estudiaron la remoción del Mn (II) con carbón activado de residuos orgánicos, en donde evaluaron el pH entre los rangos de 2 a 7, mostrando los mejores resultados en el rango de pH de 3 a 5. La reducción significativa de las concentraciones de estos metales, generan que el agua de mina baje su nivel de toxicidad y por ende ya no habría daño principalmente a las plantas y a las aguas de los ríos Alís y Cañete, como en la actualidad si se

viene dando este caso de contaminación a estos ríos de acuerdo a las denuncias ambientales que se han venido presentando en estos últimos años por parte de los pobladores que dependen de estas aguas.

Analizando la **figura 17** se puede afirmar que a mayor pH se obtienen mejores porcentajes de remoción de Cu (II); para el caso del estudio del Mn (II), en la figura de la derecha, se presenta el caso contrario al del Cu (II), puesto que se observa que un pH menor muestra mejores porcentajes de remoción de Mn (II); este comportamiento se debe a que el efecto del pH sobre la adsorción de iones metálicos no sólo depende de la superficie del adsorbente usado, sino también de la distribución de cada tipo de metal en la solución acuosa, siendo los valores más favorables en la mayoría de casos para el estudio de los cationes, los superiores a un pH de 4,5 tal como lo explica (Tejada Tovar, Villabona Ortiz, y Garcés Jaraba, 2015) .Desde un punto de vista ambiental se deduce que la capacidad de adsorción de los metales en estudio es mayor cuando el pH se incrementa, para nuestro caso de 3 a 5, siendo esto favorable ya que al obtener mejores resultados realizando el proceso de adsorción a un pH superior se lograría cumplir de manera más óptima el ECA de agua para categoría 3, que indica valores de cobre y manganeso de 0,2 mg/L, para el caso de la investigación se logró cumplir este parámetro para el manganeso; sin embargo para el caso del cobre no se llegó a lo indicado por la normativa, más si tuvo una significativa reducción, indicando que el proceso aplicado si logra la remoción de contaminantes.

Modelo cinético que se ajusta mejor a la adsorción de Mn (II) y Cu (II)

De acuerdo a (Murillo, Giraldo y Moreno 2011), la determinación de la cinética de adsorción permite conocer la variación de la concentración de los metales en estudio (Mn (II) y Cu (II)) en función del tiempo, que se aplica principalmente para temas de diseño, de esta manera se conoce el tiempo que el contaminante tarda en adsorberse, al conocer el valor del factor de correlación (R^2) nos indica que ecuación es la más favorable de aplicar para determinar este tiempo óptimo, favoreciendo temas de costos e insumos para el tratamiento de las aguas ácidas de mina; además mediante la aplicación de estos modelos es posible determinar si el proceso que se está

realizando es efectivamente un proceso de adsorción, dado que los modelos cinéticos no identifican otros mecanismos, como por ejemplo el de difusión.

- **Cinética de adsorción de primer orden del Mn (II) y Cu (II)**

En la **figura 21**, se presentan las gráficas que representan la cinética de adsorción tanto para el Mn (II) en la **figura 21 (a)**, como para el Cu (II) en la figura (b). De la figura (a) se rescata el valor del coeficiente de correlación obtenido con un valor de $R^2=0,966$, el cual indica que existe una relación positiva entre las variables, siendo significativo el ajuste para la adsorción de Mn (II), además indica que la velocidad de adsorción está influenciada por un proceso de reacción química, dicho coeficiente es similar al obtenido por (A. Akl 2013), quien estudió la cinética de adsorción del Mn (II) , dando como resultado de coeficiente de correlación un valor $R^2=0,95$.

De la **figura 21 (b)** también se rescata el valor del coeficiente de correlación obtenido con un valor de $R^2=0,8252$, el cual indica que existe una relación positiva entre las variables; sin embargo el ajuste obtenido no resulta muy significativo para la adsorción de Cu (II), se obtuvo un valor más significativo en el estudio realizado por (Luna et al. 2007), obteniendo un coeficiente de correlación $R^2=0,967$ para la cinética de adsorción del Cu (II) usando como adsorbente una solución de *Sargassum filipéndula*, las condiciones de trabajo respecto al pH fue de 5; sin embargo, se presume un mayor coeficiente de correlación debido a las condiciones de trabajo y diferencias de factores como la concentración inicial y temperatura durante la experimentación.

- **Cinética de adsorción de segundo orden del Mn (II) y Cu (II)**

En la **figura 22**, se presentan las gráficas que representan la cinética de adsorción de segundo orden tanto para el Mn (II) en la **figura 22 (a)**, como para el Cu (II) en la **figura 22 (b)**. De la **figura 22 (a)** se rescata el valor del coeficiente de correlación obtenido con un valor de $R^2=0,6997$, siendo este un valor inferior al obtenido en el ajuste de la cinética de primer orden, lo que sugiere que este modelo no se ajusta para la adsorción de Mn (II) ya que la correlación existente es baja, este hallazgo muestra que la adsorción de Mn (II) en el adsorbente no sigue un modelo cinético de segundo orden. De la **figura 22 (b)** también se rescata el valor del coeficiente de correlación

obtenido con un valor de $R^2=0,5768$, siendo también el valor muy inferior al obtenido en la cinética de primer orden para la adsorción del Cu (II), por lo que se afirma que los datos no se ajustan de manera significativa al modelo cinético de segundo orden dado que la correlación existente es baja, este hallazgo muestra que la adsorción de Cu (II) en el adsorbente no sigue un modelo cinético de segundo orden. Viendo los resultados de correlación para ambos casos, se presumen que la significancia de las variables independientes para la adsorción del Cu (II) y Mn (II) no fue la adecuada para el estudio de la cinética de segundo orden (Lavado Meza, Sun Kuo, y Bendezú, 2010).

Estudio del equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II)

La isoterma de adsorción para la eliminación de iones de Mn (II) y Cu (II) se estudió utilizando una dosis de adsorbente entre 0,5 g y 2 g en 200 mL de agua ácida de mina que contuvo una concentración inicial de 9,28 ppm de Mn (II) y 12,37 ppm de Cu (II). Los datos de equilibrio de adsorción están representados convenientemente por isotermas de adsorción, que corresponden a la relación entre la masa del soluto adsorbido por unidad de masa de adsorbente (q_e) y la concentración de soluto para la solución en equilibrio (C_e) a una temperatura constante (Hallajiqomi y Eisazadeh, 2017). Aplicar estos modelos de equilibrio nos dan información acerca de la capacidad del adsorbente que es estudiado, siendo para este caso un adsorbente natural, el cual tiene que ser evaluado para determinar si es beneficioso o no en el proceso de adsorción respecto a otros adsorbentes de naturaleza química y cuál es la cantidad óptima, al ser el resultado favorable implica la reutilización de esta materia prima (endocarpio de aceituna que es usada como desperdicio) en un proceso que reduce la concentración de metales de las aguas ácidas, haciendo factible la aplicación y diseño del tratamiento.

- **Isotermas de Langmuir**

El modelo Langmuir se basa en el supuesto de que la energía de adsorción es constante e independiente de la cobertura de la superficie. La adsorción máxima ocurre una vez que la superficie está cubierta por una monocapa de adsorbato (Alslaibi et al., 2014).

A partir de la **figura 24**, donde nos muestra un valor del coeficiente de determinación $R^2= 0,8746$ valor que no muestra mucha significancia para el estudio de la adsorción de Mn (II); sin embargo, al ser un valor positivo se afirma que los resultados de la inversa de la concentración de Mn (II) y la cantidad adsorbida del Mn (II) por gramo del adsorbente de carbón activado de endocarpio de aceituna, en el equilibrio, se explican por una regresión lineal tal como lo explica (Omri y Benzina, 2012) quienes estudiaron la remoción del ion Mn (II) mediante la adsorción con carbón activado del *Ziziphus spina-christi*, donde mostraron un ajuste favorable mediante la isoterma de Langmuir.

A partir de la **figura 25**, donde nos muestra un valor del coeficiente de determinación $R^2= 0,8954$ valor que indica una correlación positiva entre la inversa de la concentración de Cu (II) y la cantidad adsorbida del Cu (II) por gramo del adsorbente de carbón activado de endocarpio de aceituna, en el equilibrio, además la conformación de los datos experimentales al modelo de isoterma de Langmuir indica la naturaleza homogénea de la superficie del biosorbente, es decir, cada molécula iónica de Cu (II)/adsorción de la biomasa tiene la misma energía de activación de adsorción, así también se afirma que los resultados también demuestran la formación de cobertura monocapa del ion Cu (II) en la superficie del biosorbente, observaciones similares se informaron en la investigación desarrollada por (Alslaibi et al., 2014), quienes usaron el mismo bioadsorbente para remover metales pesados, siendo las condiciones de trabajo para el estudio de equilibrio de pH=5, concentración inicial de 20 mg/L y un tiempo de contacto de 3 horas, lo que dio resultados más significativos, obteniendo un valor del coeficiente de determinación $R^2= 0,990$.

- **Isotermas de Freundlich**

La gráfica de $\log q_e$ versus $\log C_e$ da líneas rectas con pendiente $1/n$ (**Figura 26**), lo que muestra que la biosorción de iones Mn (II) también siguió la isoterma de Freundlich. En consecuencia, se calcularon y registraron las constantes de Freundlich (K_f y n) mostradas en la **tabla 19**; de la **figura 26** donde se muestra la isoterma de Freundlich se afirma que produjo un ajuste relativamente mejor ($R^2 = 0,9709$) que el modelo de Langmuir ($R^2 = 0,8746$),

siendo entonces esta isoterma la que mejor se ajustó para la adsorción del Mn (II), los resultados obtenidos del coeficiente de determinación son similares a los obtenidos por (Yongchao Li, Huang, Xu, Ma, y Guo, 2020) quienes estudiaron la adsorción del Mn (II) de aguas ácidas de mina con barro rojo, afirmando que la isoterma de Freundlich fue la que modeló mejor sus resultados, a las condiciones de pH=6 y temperatura de 28 °C, además el valor $1/n$ de 0,4661 (**Tabla 19**) es un indicador de adsorción favorable (Adamson 2001).

La gráfica de $\log q_e$ versus $\log C_e$ da líneas rectas con pendiente $1/n$ (**Figura 27**), lo que muestra que la biosorción de iones Cu (II) también siguió la isoterma de Freundlich. En consecuencia, se calcularon y registraron las constantes de Freundlich (K_f y n) mostradas en la **tabla 19**; de la **figura 27** donde se muestra la isoterma de Freundlich se afirma que produjo un ajuste relativamente mejor ($R^2 = 0,9618$) que el modelo de Langmuir ($R^2 = 0,8945$), siendo entonces esta isoterma la que mejor se ajustó para la adsorción del Cu (II), los resultados obtenidos del coeficiente de determinación son similares a los obtenidos por (Tapia, Pavez, Santander, y Sepúlveda, 2017) quienes obtuvieron un valor de $R^2 = 0,978$ en la isoterma de Freundlich para el estudio de adsorción del Cu (II) con cuesco de durazno, evaluados a un pH=5, afirmando que la isoterma de Freundlich fue la que modeló mejor sus resultados, además el valor $1/n$ de 0,25 (**Tabla 19**) es un indicador de adsorción favorable, ya que esta es una medida de la intensidad de adsorción o la heterogeneidad de la superficie, que se vuelve más heterogénea a medida que su valor se acerca a cero (Adamson, 2001).

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó el modelo cinético y de equilibrio de adsorción para el Mn (II) y Cu (II) en el tratamiento de las aguas ácidas de la Unidad Minera Yauricocha, resultando el modelo cinético de primer orden, rechazando la hipótesis planteada que indica que el modelo cinético de pseudo segundo orden modela mejor la adsorción de Mn (II) y Cu (II) y la isoterma de adsorción de Freundlich la que modeló mejor el proceso de adsorción del Mn (II) y Cu (II), rechazando la hipótesis planteada que indica que la isoterma de Langmuir es la que mejor modela el equilibrio de adsorción de Mn (II) y Cu (II).
2. Se evaluó el pH inicial en la adsorción del Mn (II) y Cu (II), siendo los valores de pH evaluados de 3 y 5, obteniendo con el pH 3, un porcentaje máximo de remoción de Mn (II) de 99,14 % ($C_f=0,08$ ppm) y para el Cu (II) un 61,20 % ($C_f=4,80$ ppm); así mismo se obtuvo con el pH 5, un porcentaje de remoción de Mn (II) de 89,44 % ($C_f=0,98$ ppm) inferior al obtenido con el pH de 3 y un mayor porcentaje de remoción de Cu (II) de 73,08 % ($C_f=3,33$ ppm), aceptando la hipótesis planteada para el Mn (II) que a menor pH se tiene una mejor adsorción de este metal; mientras que, para el Cu (II) no se aceptó la hipótesis planteada ya que se obtuvo un menor porcentaje de adsorción con el menor pH.
3. Se identificó al modelo cinético de primer orden como el modelo que mejor se ajustó para la adsorción tanto del Mn (II) como del Cu (II), para ello se trabajó con los tiempos de contacto de 30 minutos, 60 minutos, 90 minutos y 120 minutos, la identificación se basó en el mejor valor del coeficiente de correlación obtenido, siendo el valor obtenido para el modelo cinético de primer orden del Mn (II) de $R^2=0,966$ y para el modelo cinético de primer orden del Cu (II) de $R^2=0,8252$, en contraste a los valores obtenidos en la cinética de segundo orden, siendo los valores para el Mn (II) de $R^2=0,6997$ y para el Cu (II) de $R^2=0,5768$, para la investigación se rechaza la hipótesis planteada que indicó que la cinética de segundo orden fue la que mejor modela la adsorción de Mn (II) y Cu (II).
4. Se determinó el equilibrio de adsorción mediante la isoterma de Freundlich como el modelo que mejor se ajustó para la adsorción tanto del Mn (II) como del Cu (II), para ello se trabajó con las cantidades de 0,5 g, 1 g, 1,5 g y 2 g de carbón activado de endocarpio de aceituna, la identificación se basó en el

mejor valor del coeficiente de correlación obtenido, siendo el valor obtenido de $R^2=0,9709$ para la isoterma de Freundlich del estudio del Mn (II) y un valor de $R^2=0,9618$ para la isoterma de Freundlich del estudio del Cu (II), en contraste a los valores obtenidos en las isotermas de Langmuir, siendo los valores para el Mn (II) de $R^2=0,8746$ y para el Cu (II) de $R^2=0,8945$, se aceptó la hipótesis planteada que indica que la isoterma de Freundlich modela mejor la adsorción de Mn (II) y Cu (II).

VII. RECOMENDACIONES

- Ampliar el rango de evaluación del pH para el desarrollo de la adsorción del Mn (II) y Cu (II), que permita evaluarlos en un medio alcalino y un medio ácido.
- Realizar el estudio de equilibrio y cinética de adsorción del Mn (II) y Cu (II) con soluciones sintéticas a concentraciones iniciales igual para ambos iones metálicos y comparar los coeficientes de correlación.
- Realizar pruebas experimentales de adsorción, así como el estudio de la cinética y equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II) con la biomasa del endocarpio de aceituna, antes de transformarla en carbón activado.
- Realizar el modelado de otros modelos de isoterma de adsorción, así como otros modelos cinéticos para el estudio del Mn (II) y Cu (II).
- Realizar el estudio de adsorción, cinética y equilibrio de adsorción del Mn (II) y Cu (II) con otras biomásas orgánicas, como cáscara de huevo, huesco de durazno, entre otros.

REFERENCIAS

- A. AKL, Magda, Removal of Iron and Manganese in Water Samples Using Activated Carbon Derived from Local Agro-Residues. *Journal of Chemical Engineering & Process Technology*, vol. 04, no. 04. 2013. DOI 10.4172/2157-7048.1000154.
- ADAMSON, A.W., *Physical Chemistry of Surfaces*. 5th Editio. New York, USA.: Wiley, 2001.
- AGORUBE MANOSALVA, L., *Remocion de Metales Pesados por Medio de Adsorbentes no convencionales*. Temuco-Chile: s.n., 2008.
- ALAMI, S.B., Aprovechamiento del Hueso de la Aceituna, Biosorcién de lones metalicos. *Universidad de Granada.*, 2010.
- ALSLAIBI, Tamer M., ABUSTAN, Ismail, AHMAD, Mohd Azmier y FOUL, Ahmad Abu, Kinetics and equilibrium adsorption of iron (II), lead (II), and copper (II) onto activated carbon prepared from olive stone waste. *Desalination and Water Treatment*, vol. 52, no. 40-42, pp. 7887-7897. 2014. ISSN 19443986. DOI 10.1080/19443994.2013.833875.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS., Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. *American Society for Testing and Materials, ASTM E11 - 17.*, 2004.
- ANA, *Cuidado de la calidad del agua*. Lima: s.n., 2017.
- ARNULFO, T., Polvo de la semilla «cassia fistula» como coagulante natural en el tratamiento de agua cruda. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 2, pp. 4. 2015.
- AZIZ, Hamidi Abdul, YUSOFF, Mohd Suffian, ADLAN, Mohd Nordin, ADNAN, Nurul Hidayah y ALIAS, Salina, Physico-chemical removal of iron from semi-aerobic landfill leachate by limestone filter. *Waste Management*, vol. 24, no. 4, pp. 353-358. 2004. ISSN 0956053X. DOI 10.1016/j.wasman.2003.10.006.
- BALAZ, P., LACOVA y BRIANCIN., Sensitivity of Freundlich equation constant

- 1/n for zinc sorption on changes induced in calcite by mechanical activation. *Chemical Engineering Journal*, pp. 115-121. 2005.
- BARRAGÉN, P., identificación de las variables optimas para la obtencion de Carbon Activado a partir del precursor Gadua Angustifolia Kunth. *Revista Académica de Ciencia*, vol. 35, no. 135, pp. 157-166. 2011.
- BOHLI, T., OUEDERNI, A. y VILLAESCUSA., Evaluation of an activated carbon from olive stones used as an adsorbent for heavy metal removal from aqueous phases. *Comptes Rendus Chimie*, pp. 89-101. 2013.
- BOHLI, Thouraya, OUEDERNI, Abdelmottaleb, FIOL, Nuria y VILLAESCUSA, Isabel, Comptes Rendus Chimie Evaluation of an activated carbon from olive stones used as an adsorbent for heavy metal removal from aqueous phases ' valuation d ' un charbon actif e ` partir de noyaux d ' olives utilise ` l' imination des me comme adsorbant pour l ' e aqueuses. *Comptes rendus - Chimie* [en línea], vol. 18, no. 1, pp. 88-99. 2015. ISSN 1631-0748. DOI 10.1016/j.crci.2014.05.009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crci.2014.05.009>.
- DADA, A.O., OLALEKAN, A.P., OLATUNYA, A.M. y DADA, O., Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin–Radushkevich Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Zn 2+ Unto Phosphoric Acid Modified Rice Husk. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, vol. 3, no. 1, pp. 38-45. 2012. DOI 10.9790/5736-0313845.
- FILIPPÍN, Ana J., LUNA, Nadia S., POZZI, Maria T. y PÉREZ, Jorge D., Obtención Y Caracterización De Carbón Activado a Partir De Residuos Olivícolas Y Oleícolas Por Activacion Física. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, vol. 8, no. 3, pp. 59-71. 2017. ISSN 0718-8706.
- HALLAJIQOMI, Milad y EISAZADEH, Hossein, Adsorption of manganese ion using polyaniline and it's nanocomposite: Kinetics and isotherm studies. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 55, pp. 191-197. 2017. ISSN 22345957. DOI 10.1016/j.jiec.2017.06.045.
- HEMSAS, Sabrina, LOUNICI, Hakim, AND, Zohra Belkebi y BENRACHEDI,

- Khaled, Removal of Dispersed Dyes from Aqueous Solution Using Activated Carbon Prepared from Olive Stones. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, vol. 4, no. May, pp. 2014. 2014.
- HERNANDEZ, R.L., Obtención de Carbon Activado a partir der Residuos de Maderade la Industria Mueblera del Estado de Aguas Calientes. Aguas Calientes -México. *Instituto Tecnológico de Aguas Calientes.*, 2009.
- HO y MCKAY, A kinetic study of dye sorption by biosorbent waste product pith. *Conservation and Recycling*, pp. 171-193. 1999.
- LAVADO MEZA, Carmencita, SUN KUO, Rosario y BENDEZÚ, Salvador, Adsorción De Plomo De Efluentes Industriales Usando Carbones Activados Con H₃PO₄. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 76, no. 2, pp. 165-178. 2010. ISSN 1810-634X.
- LI, Yan hui, WANG, Shuguang, LUAN, Zhaokun, DING, Jun y XU, Cailu, A dsorption of cadmium (II) from aqueous solution by surface oxidized carbon nanotubes. *Carbon*, vol. 41, pp. 1057-1062. 2003.
- LI, Yongchao, HUANG, He, XU, Zheng, MA, Hongqing y GUO, Yifei, Mechanism study on manganese(II) removal from acid mine wastewater using red mud and its application to a lab-scale column. *Journal of Cleaner Production*, vol. 253, pp. 119955. 2020. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.119955.
- LUNA, Aderval S., DA COSTA, Antonio Carlos A., HENRIQUES, Cristiane A. y HERBST, Marcelo H., Electron Paramagnetic Resonance and Atomic Absorption Spectrometry as tools for the investigation of Cu(II) biosorption by *Sargassum filipendula*. *Hydrometallurgy*, vol. 86, no. 1-2, pp. 105-113. 2007. ISSN 0304386X. DOI 10.1016/j.hydromet.2006.11.008.
- MARCILLA GOMIS, A., Carbon Activado a partir de la Cascaro de Almendra. Alicante. *Unversidad de Alicante.*, 1982.
- MARLON BASTIDAS, M.R., Produccion de Carbon Activado a partir de precursores Carbonosos del Departamento del Cesar Colombia. *Centro de Investigacion y Desarrollo Tecnologico del Carbon.*, 2009.


- MENDOZA COLINA, E.J., Remoción de Pb(II) de Soluciones Mediante Carbon Activado. *Universidad de Colombia*, 2012.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, 2010. *Protocolo de monitoreo de calidad de agua*. 2010. Lima: s.n.
- MURILLO, Yesid S., GIRALDO, Liliana y MORENO, Juan Carlos, DETERMINACIÓN DE LA CINÉTICA DE ADSORCIÓN DE 2,4-DINITROFENOL EN CARBONIZADO DE HUESO BOVINO POR ESPECTROFOTOMETRÍA UV-VIS. *Revista Colombiana de Química* [en línea], vol. 40, pp. 91-103. 2011. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3090/309026686007.pdf>.
- NOELINE, MANOHAR y ANIRUDHAN., Kinetic and equilibrium modeling of lead (II) sorption from water and wastewater by polymerized banana stem in a batch reactor. *Separation and Purification Technology*, pp. 131-140. 2005.
- OBREGÓN VALENCIA, D.C., Estudio comparativo de la capacidad de adsorción de cadmio utilizando carbones activados preparados a partir de semillas de aguaje y de aceituna. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 2012.
- OMRI, Abdessalem y BENZINA, Mourad, Removal of manganese(II) ions from aqueous solutions by adsorption on activated carbon derived a new precursor: Ziziphus spina-christi seeds. *Alexandria Engineering Journal*, vol. 51, no. 4, pp. 343-350. 2012. ISSN 11100168. DOI 10.1016/j.aej.2012.06.003.
- OMS, Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene: informe de actualización de 2017 y evaluación de los ODS. *Organizacion Mundial de la Salud*, 2017.
- QUEVEDO, J.Z., Proyecto UE-PERU/PENX. *Oficina de Informacion Agraria-Ministerio de Comercio Exterior.*, 2006.
- REYES TORIZ, Erik D., CERINO CÓRDOVA, Felipe de Jesús y SUÁREZ HERRERA, Martha A., Remoción de metales pesados con carbón activado como soporte de biomasa. *Ingenierías* [en línea], vol. IX, no. 31, pp. 59-64. 2006. Disponible en: http://ingenierias.uanl.mx/31/31_remocion.pdf.

- SALAZAR FERNÁNDEZ, Jhonatan, MINERÍA EN LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YAUYOS COCHAS. *Revista Incontrastable*, pp. 10-11. 2014.
- TAPIA, Patricia, PAVEZ, Osvaldo, SANTANDER, Mario y SEPÚLVEDA, Bernardo, Remoción De Iones Cobre Con Sorbentes Orgánicos. *Holos*, vol. 8, pp. 42. 2017. ISSN 1807-1600. DOI 10.15628/holos.2017.6661.
- TEJADA TOVAR, Candelaria, VILLABONA ORTIZ, Ángel y GARCÉS JARABA, Luz, Adsorption of heavy metals in waste water using biological materials. *Tecno Lógicas* [en línea], vol. 18, no. 34, pp. 109-123. 2015. ISSN 0123-7799. DOI 10.22430/22565337.209. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992015000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- VALENCIA, D.C., Estudio Comparativo De La Capacidad De Adsorción De Cadmio Utilizando Carbones Activados Preparados A Partir De Semillas De Aguaje Y De Aceituna. *Pontificia Universidad Católica Del Perú Facultad De Ciencias E Ingeniería.*, 2012.
- VILCHES, J.M., *Métodos De Investigación De Enfoque Experimental*. S.l.: s.n., 2017.

Anexo N° 3. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala/Unidad de medición
Variables independientes: Tratamiento de aguas acidas con endocarpio de aceituna	Las aguas acidas de mina pertenecen a todos los residuos en los procesos mineros principalmente lavado de metales pesados obtenidos de la oxidación química-biológica por los sulfuros metálicos, originados por relaves mineros y botaderos (Aduvire, 2006).	Las características del endocarpio de aceituna se reconocieron mediante la observación directa.	pH del agua acida	<ul style="list-style-type: none"> • pH = 3 • pH = 5 	Ácido/base
	El endocarpio de aceituna está conformado por la capa más expuesta del pericarpio, es decir, el fruto expuesto que está rodeando las semillas de la aceituna. Esta parte de la semilla es blanda y contiene en su interior semillas más pequeñas (Soto, 2011).	La preparación del carbón activado se realizó usando el endocarpio de aceituna como materia prima y en base a los indicadores especificados.	Tiempo de contacto	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo 1 = 30 • Tiempo 2 = 60 • Tiempo 3 = 90 • Tiempo 4 = 120 	Minutos
		La concentración del Cu y Mn se midió al inicio y al final de realizar las pruebas experimentales.	Cantidad de adsorbente	<ul style="list-style-type: none"> • Masa 1 = 0.5 • Masa 2 = 1.0 • Masa 3 = 1.5 • Masa 4 = 2.0 	Gramos
Variables dependientes: Cinética y equilibrio de adsorción de Mn (II) y Cu (II)	El equilibrio de adsorción está representado por las isotermas de adsorción que representa la relación entre la cantidad adsorbida por un peso unitario de sorbente sólido y la cantidad de soluto que queda en la solución en equilibrio. Se pueden usar diferentes modelos de isoterma para describir la absorción de un soluto en un sorbente sólido (Milton, Koshun y Candido, 1998).	La remoción de los metales de Cu y Mn se lograron al manipular el pH de las aguas ácidas de mina, el tiempo de contacto y la cantidad del adsorbente de endocarpio de aceituna.	Remoción de Mn (II) y Cu (II)	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración final de Mn (II) y Cu (II) 	Ppm
	El análisis de cinética de adsorción implica investigar la cinética de adsorción y la transferencia de masa en el proceso de adsorción. La cinética se puede analizar mediante la ecuación de Lagergren de primer orden o la ecuación de pseudo segundo orden propuesta por Ho y McKay (Bohli, Ouederni y Villaescusa, 2013).	Se determinó el equilibrio de adsorción de los metales en estudio mediante las isotermas de adsorción, identificando la que más se adecua al usar la cantidad de adsorbente óptimo.	Cinética de adsorción de Mn (II) y Cu (II)	<ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de correlación (R²) 	-
		Se determinó la cinética de adsorción de los metales en estudio, identificando la ecuación que mejor se adecuó para la adsorción de metales con un tiempo de contacto óptimo.	Equilibrio de adsorción de Mn (II) y Cu (II)	<ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de correlación (R²) 	-

Anexo N° 4. Instrumentos de recolección de datos


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA N° 01: Ficha de ubicación de recolección de muestra de aguas ácidas de mina
Título	Cinética y Equilibrio de Adsorción de Mn y Cu Utilizando Endocarpio de Aceituna para el Tratamiento de Aguas Ácidas de la Unidad Minera Yauricocha
Línea de investigación	Tratamiento y Gestión de los Residuos
Investigadores	<i>Palomares Ulloa, Jessica Esther</i>
Dirección	Chumpe – Unidad Yauricocha
Distrito	Alis
Provincia	Yauyos
Departamento	Lima
Coordenadas UTM	424152,6 mE, 8640727,2 mN a 4600 m.s.n.m

Atentamente,

 Juan Junio Quiroga Salazar
 Firma del experto
 DSI F08447308
 Teléfono:


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 Firma del experto
 CIP:
 CIP. 71998
 Teléfono:



 Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25460
 Firma del experto
 CIP:
 Teléfono:

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA N° 02: Datos de la toma de muestra de las aguas ácidas (Instrumento de validación)					
Título		Cinética y Equilibrio de Adsorción de Mn y Cu Utilizando Endocarpio de Aceituna para el Tratamiento de Aguas Ácidas de la Unidad Minera Yauricocha					
Línea de investigación		Tratamiento y Gestión de los Residuos					
Investigadores		<i>Palomares Ulloa, Jessica Esther</i>					
Muestra /Indicadores	Punto de muestreo	Tipo de cuerpo de agua	Fecha de muestreo	Parámetros requeridos	Preservación	Tipo de muestreo	Cantidad de muestra recolectada
1							

Atentamente,





Firma del experto
 Juan Julio Ordoñez Galvez
 CIP:
 Teléfono:
 DNI: 0847308



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 Firma del experto
 CIP. 71998
 CIP:
 Teléfono:



Dr. Horacio Acosta S.
 CIP N° 25450
 Firma del experto
 CIP:
 Teléfono:

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA N° 03: Caracterización inicial de aguas ácidas – Concentraciones iniciales (Instrumento de validación)	
Título	Cinética y Equilibrio de Adsorción de Mn y Cu Utilizando Endocarpio de Aceituna para el Tratamiento de Aguas Ácidas de la Unidad Minera Yauricocha	
Línea de investigación	Tratamiento y Gestión de los Residuos	
Investigadores	Palomares Ulloa, Jessica Esther	
Laboratorio	Laboratorio Alex Stewart (International) del Perú S.R.L. (muestra 1) Laboratorio Químico de Yauli (muestra 2)	
Muestra /Indicadores	Concentración inicial de Manganeso (Mn (II)) (mg/L)	Concentración inicial de Cobre (Cu (II)) (mg/L)
1		
2		

Atentamente,




Firma del experto
Juan Julio Oñonéz Galvez
CIP:
Teléfono:
DNI: 08471308




Dr. Elmer G. Benites Alfaro
Firma del experto
CIP: 71998
Teléfono:



Dr. HORACIO ACOSTA S.
CIP N° 25450

Firma del experto
CIP:
Teléfono:

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA N° 04: Resultado de la concentración final de Mn (II) y Cu (II) (Instrumento de validación)																		
Título		Cinética y Equilibrio de Adsorción de Mn y Cu Utilizando Endocarpio de Aceituna para el Tratamiento de Aguas Ácidas de la Unidad Minera Yauricocha																		
Línea de investigación		Tratamiento y Gestión de los Residuos																		
Investigadores		<i>Palomares Ulloa, Jessica Esther</i>																		
Laboratorio		Laboratorio Químico de Yauli																		
Muestra /Indicadores		REMOCIÓN DE Mn (II) y Cu (II)				CINETICA DE ADSORCIÓN DE Mn (II) y Cu (II)								EQUILIBRIO DE ADSORCIÓN DE Mn (II) y Cu (II)						
		Concentración final de Mn (II) a pH 3, 1 g y 90 min.	Concentración final de Mn (II) a pH 5, 1 g y 90 min.	Concentración final de Cu (II) a pH 3, 1 g y 90 min.	Concentración final de Cu (II) a pH 5, 1 g y 90 min.	Concentración final de Mn (II)				Concentración final de Cu (II)				Concentración final de Mn (II)		Concentración final de Cu (II)				
						A pH 5, 1 g y 30 min.	A pH 5, 1 g y 60 min.	A pH 5, 1 g y 90 min.	A pH 5, 1 g y 120 min.	A pH 5, 1 g y 30 min.	A pH 5, 1 g y 60 min.	A pH 5, 1 g y 90 min.	A pH 5, 1 g y 120 min.	A pH 5, 90 min y 0,5 g	A pH 5, 90 min y 1 g	A pH 5, 90 min y 1,5 g	A pH 5, 90 min y 2 g	A pH 5, 90 min y 0,5 g	A pH 5, 90 min y 1 g	A pH 5, 90 min y 1,5 g
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1																				
2																				
3																				

Atentamente,



Firma del experto
Juan Julio Ordoñez Galvez
CIP:.....
Teléfono:.....
DNI: 6547908



Dr. Elmer G. Benites Aljaro
Firma del experto
CIP: 71998
CIP:.....
Teléfono:.....



Dr. HORACIO AROSTEGUI
CIP N° 25450
Firma del experto
CIP:.....
Teléfono:.....

Anexo N° 5. Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de ubicación de muestras
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Jessica Palomares

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

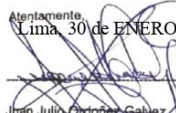
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Atentamente,
Lima, 30 de ENERO de 2021


Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08447308

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo ambiental
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de muestra de aguas acidas
 1.10. Autor(A) de Instrumento: Jessica Palomares

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Atentamente,
 Lima, 30 de ENERO de 2021

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.12. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.13. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo ambiental
- 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de caracterización de aguas acidas
- 1.15. Autor(A) de Instrumento: Jessica Palomares

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Atentamente,
Lima, 30 de ENERO de 2021


Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

XIII. DATOS GENERALES

- 1.16. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.17. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.18. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo ambiental
- 1.19. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de resultados de concentración final
- 1.20. Autor(A) de Instrumento: Jessica Palomares

XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Atentamente,
Lima, 30 de ENERO de 2021


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico, Investigador/ Tratamiento aguas
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Ubicación de muestras
 1.5. Autor(a) de Instrumento: Palomares Ulloa, Jessica Esther

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 10 de FEBRERO de 2021



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer
 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico, Investigador/ Tratamiento aguas
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de muestra de aguas acidas
 1.10. Autor(A) de Instrumento: Jessica Palomares

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 10 de FEBRERO de 2021



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer
- 1.12. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.13. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico, Investigador/ Tratamiento aguas
- 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de caracterización de aguas acidas
- 1.15. Autor(A) de Instrumento: Jessica Palomares

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


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

SI

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 10 de FEBRERO de 2021


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

XIII. DATOS GENERALES

- 1.16. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer
- 1.17. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.18. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico, Investigador/ Tratamiento aguas
- 1.19. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de resultados de concentración final
- 1.20. Autor(A) de Instrumento: Jessica Palomares

XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 10 de FEBRERO de 2021


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Ubicación de muestras
 1.5. Autor(a) de Instrumento: Palomares Ulloa, Jessica Esther

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 16 de FEBRERO de 2021


 DR. HORACIO ACOSTAS.
 C.I.P. N° 25450

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio
 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
 1.8. Especialidad o línea de investigación:
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de muestra de aguas acidas
 1.10. Autor(A) de Instrumento: Jessica Palomares

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 16 de FEBRERO de 2021


 Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio
- 1.12. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.13. Especialidad o línea de investigación:
- 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de caracterización de aguas acidas
- 1.15. Autor(A) de Instrumento: Jessica Palomares

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 16 de FEBRERO de 2021


 DR. HORACIO ACOSTA S.
 C.I.P. N° 25460

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

XIII. DATOS GENERALES

- 1.16. Apellidos y Nombres: Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio
 1.17. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
 1.18. Especialidad o línea de investigación:
 1.19. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de resultados de concentración final
 1.20. Autor(A) de Instrumento: Jessica Palomares

XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN


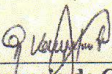
85%

Lima, 16 de FEBRERO de 2021


 Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450

Anexo N° 7. Certificado de análisis

ANEXO A

	Alex Stewart (International) del Perú S.R.L.							
INFORME DE ENSAYO N° 3537/LI-19								
Pág. 1 de 1								
Cliente	: PALOMARES ULLOA JESSICA ESTHER							
Dirección	: Jr. Gabriela García Marquéz N° 1380 – El Tambo – Huancayo – Junín							
Producto descrito por el cliente	: Agua Acida de Mina							
Identificación de la muestra	: Agua acida del Tunel Cachi Cachi – Sociedad Minera Corona S.A. M1 16/08/2019							
Cantidad de muestra	: 01 Muestra de 100ml. Aprox.							
Envase	: Botella plástica							
Características de la muestra	: Buena							
Fecha de recepción	: 19-08-19							
Inicio de análisis	: 20-08-19							
Término de análisis	: 23-08-19							
Nuestra referencia	: Orden de Análisis N°1480 / Cotización N° 9115							
Referencia del cliente	: Mail del 18-08-2019							
RESULTADOS:								
<table border="1"><thead><tr><th>ASA – I</th><th>Manganeso (Mn) mg/L</th><th>Cobre (Cu) mg/L</th></tr></thead><tbody><tr><td>55849</td><td>9.20</td><td>12.51</td></tr></tbody></table>			ASA – I	Manganeso (Mn) mg/L	Cobre (Cu) mg/L	55849	9.20	12.51
ASA – I	Manganeso (Mn) mg/L	Cobre (Cu) mg/L						
55849	9.20	12.51						
MÉTODO: ASA-P-T-LI-08 Determinación de Mn – Absorción Atómica / Validado ASA-P-T-LI-08 Determinación de Cu – Absorción Atómica / Validado								
Lima, 23 de Agosto del 2019								
 Gerencia de Calidad Lic. Karyn Loo Paiva CQP. N° 651								
J.P.Y. Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad. ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (International) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.								
ASA-P-T-09	v	Form. 15.-Rev.07-Jun.19						
<small>ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTOS Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (INTERNATIONAL) DEL PERU S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTA LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO REVOKA A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS.</small>								

ANEXO B

YAULI



Código : Reg LQY 20.1.1-059
 Versión : 01
 Páginas : 1 de 2
 Fecha de emisión : 23-01-2020

Certificado ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO

N° ENERO-2020-Y059

Cliente: JESSICA ESTHER PALOMARES ULLOA
Dirección: Jr. Gabriel Garcia Marques N° 1380 - El Tambo
 Huancayo - Junin
Solicitado por: JESSICA ESTHER PALOMARES ULLOA
Referencia del cliente: Muestras de Agua Ácida de Mina - Yauricocha
Precintos / Sellos: Tubos de Ensayo de 10 mL, en su interior muestra de agua
Material descrito como: Muestras de Agua Ácida de Mina - Yauricocha
Fecha de Recepción: jueves, 16 de enero de 2020
Fecha de Reporte: jueves, 23 de enero de 2020

RESULTADOS

Descripción de Muestra (Cliente)		Descripción	pH	TSS ppm	9*	9*	9*	9*	9*	9*
N°	Metodo de ensayo Elemento Unidad				As ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Pb ppm	Zn ppm
1	JP_01	Agua Ácida de Mina Sin Tratar	---	---	---	12,37	---	9,28	---	---
2	JP_02	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	4,83	---	0,09	---	---
3	JP_03	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	3,36	---	0,99	---	---
4	JP_04	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	4,80	---	0,08	---	---
5	JP_05	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	3,33	---	1,01	---	---
6	JP_06	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	4,87	---	0,10	---	---
7	JP_07	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	3,40	---	0,98	---	---



Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, si la autorización de LABORATORIO QUIMICO YAULI

Los 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

METODOS DE ENSAYO

N°	Método	Descripción
1*	ME-LQY-7.5.4-AA-03	DETERMINACIÓN DE Ag, Cu, Pb, Zn, Fe y Mn EN MUESTRAS MINERALES Y DE CONCENTRADOS - AAS
2*	ME-LQY-7.5.4-AA-04	DETERMINACIÓN DE As, Sb, Bi EN MUESTRAS MINERALES Y DE CONCENTRADOS - AAS
3*	ME-LQY-7.5.4-FA-02	DETERMINACIÓN DE ORO y PLATA EN MUESTRAS MINERALES Y DE CONCENTRADOS - GRAVIMETRIA
4*	ME-LQY-7.5.4-FA-03	DETERMINACION DE ORO EN CONCENTRADOS POLIMETALICOS Y GEOQUIMICOS - MET. COMBINADO
5*	ME-LQY-7.5.4-GR-01	DETERMINACIÓN DE OXIDO DE SILICIO - GRAVIMETRIA
6*	ME-LQY-7.5.4-VH-01	DETERMINACIÓN DE ZINC EN CONCENTRADO DE ZINC - VOLUMETRÍA
7*	ME-LQY-7.5.4-VH-02	DETERMINACIÓN DE PLOMO EN CONCENTRADO DE PLOMO - VOLUMETRÍA
8*	ME-LQY-7.5.4-VH-03	DETERMINACIÓN DE COBRE EN CONCENTRADO DE COBRE - VOLUMETRÍA
9*	ME-LQY-7.5.4-MA-01	DETERMINACION DE Cu,Pb,Zn,Mn,Fe Y As EN MUESTRAS DE AGUA POR AAS

LIMITES DEL METODO

Elemento	Método	Limite Inferior	Limite Superior
g/tm Ag	ME-LQY-7.5.4-AA-03	2,01	400
g/tm Ag	ME-LQY-7.5.4-FA-02	400	---
%Cu	ME-LQY-7.5.4-AA-03	0,01	15
%Pb	ME-LQY-7.5.4-AA-03	0,02	15
%Zn	ME-LQY-7.5.4-AA-03	0,02	15
%Fe	ME-LQY-7.5.4-AA-03	0,02	15
%Mn	ME-LQY-7.5.4-AA-03	0,02	10
%As	ME-LQY-7.5.4-AA-04	0,03	15

Elemento	Método	Limite Inferior	Limite Superior
%Sb	ME-LQY-7.5.4-AA-04	0,02	15
%Bi	ME-LQY-7.5.4-AA-04	0,02	15
g/tm Au	ME-LQY-7.5.4-FA-03	0,0658	5
g/tm Au	ME-LQY-7.5.4-FA-02	5	---
% SiO ₂	ME-LQY-7.5.4-GR-01	0,5	---
%Zn	ME-LQY-7.5.4-VH-01	15	---
%Pb	ME-LQY-7.5.4-VH-02	15	---
%Cu	ME-LQY-7.5.4-VH-03	15	---

Los resultados corresponden al ensayo solicitado en el memorandum interno recibido
 Los ensayos han sido realizados en:

LABORATORIO QUIMICO YAULI
 Unidad Minera Yauli - Carahuacra
 Carretera Central N°168
 Yauli - Junin - Peru
 (+511) 4167000 Anexo 83330 - 83331
 ✉: mrivas@volcan.com.pe
 ✉: yalabquimico@volcan.com.pe

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, si la autorización de LABORATORIO QUIMICO YAULI

Los 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

ANEXO C

YAULI



Código : Reg LQY 20.1.1-068
 Versión : 01
 Páginas : 1 de 2
 Fecha de emisión : 24-01-2020

Certificado ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO

N° ENERO-2020-Y068

Cliente: JESSICA ESTHER PALOMARES ULLOA
Dirección: Jr. Gabriel García Marques Nº 1380 - El Tambo
 Huancayo - Junin
Solicitado por: JESSICA ESTHER PALOMARES ULLOA
Referencia del cliente: Muestras de Agua Ácida de Mina - Yauricocha
Precintos / Sellos: Tubos de Ensayo de 10 mL, en su interior muestra de agua
Material descrito como: Muestras de Agua Ácida de Mina - Yauricocha
Fecha de Recepción: viernes, 17 de enero de 2020
Fecha de Reporte: viernes, 24 de enero de 2020

RESULTADOS

Descripción de Muestra (Cliente)		Descripción	pH	TSS ppm	9*	9*	9*	9*	9*	9*
N°	Método de ensayo Elemento Unidad				As ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Pb ppm	Zn ppm
1	JP_08	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	5,17	---	4,61	---	---
2	JP_09	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	4,33	---	2,79	---	---
3	JP_10	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	3,34	---	0,88	---	---
4	JP_11	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	0,41	---	0,24	---	---
5	JP_12	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	6,18	---	2,14	---	---
6	JP_13	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	1,15	---	0,45	---	---
7	JP_14	Agua Ácida de Mina Tratada	---	---	---	0,46	---	0,18	---	---



Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, si la autorización de LABORATORIO QUIMICO YAULI

Los 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

METODOS DE ENSAYO

N°	Método	Descripción
1*	ME-LQY-7.5.4-AA-03	DETERMINACIÓN DE Ag, Cu, Pb, Zn, Fe y Mn EN MUESTRAS MINERALES Y DE CONCENTRADOS - AAS
2*	ME-LQY-7.5.4-AA-04	DETERMINACIÓN DE As, Sb, Bi EN MUESTRAS MINERALES Y DE CONCENTRADOS - AAS
3*	ME-LQY-7.5.4-FA-02	DETERMINACION DE ORO y PLATA EN MUESTRAS MINERALES Y DE CONCENTRADOS - GRAVIMETRIA
4*	ME-LQY-7.5.4-FA-03	DETERMINACION DE ORO EN CONCENTRADOS POLIMETALICOS Y GEOQUIMICOS - MET. COMBINADO
5*	ME-LQY-7.5.4-GR-01	DETERMINACIÓN DE OXIDO DE SILICIO - GRAVIMETRIA
6*	ME-LQY-7.5.4-VH-01	DETERMINACIÓN DE ZINC EN CONCENTRADO DE ZINC - VOLUMETRÍA
7*	ME-LQY-7.5.4-VH-02	DETERMINACIÓN DE PLOMO EN CONCENTRADO DE PLOMO - VOLUMETRÍA
8*	ME-LQY-7.5.4-VH-03	DETERMINACIÓN DE COBRE EN CONCENTRADO DE COBRE - VOLUMETRÍA
9*	ME-LQY-7.5.4-MA-01	DETERMINACION DE Cu,Pb,Zn,Mn,Fe Y As EN MUESTRAS DE AGUA POR AAS

LIMITES DEL METODO

Elemento	Método	Limite Inferior	Limite Superior
g/tm Ag	ME-LQY-7.5.4-AA-03	2,01	400
g/tm Ag	ME-LQY-7.5.4-FA-02	400	---
%Cu	ME-LQY-7.5.4-AA-03	0,01	15
%Pb	ME-LQY-7.5.4-AA-03	0,02	15
%Zn	ME-LQY-7.5.4-AA-03	0,02	15
%Fe	ME-LQY-7.5.4-AA-03	0,02	15
%Mn	ME-LQY-7.5.4-AA-03	0,02	10
%As	ME-LQY-7.5.4-AA-04	0,03	15

Elemento	Método	Limite Inferior	Limite Superior
%Sb	ME-LQY-7.5.4-AA-04	0,02	15
%Bi	ME-LQY-7.5.4-AA-04	0,02	15
g/tm Au	ME-LQY-7.5.4-FA-03	0,0658	5
g/tm Au	ME-LQY-7.5.4-FA-02	5	---
%SiO ₂	ME-LQY-7.5.4-GR-01	0,5	---
%Zn	ME-LQY-7.5.4-VH-01	15	---
%Pb	ME-LQY-7.5.4-VH-02	15	---
%Cu	ME-LQY-7.5.4-VH-03	15	---

Los resultados corresponden al ensayo solicitado en el memorandum interno recibido
 Los ensayos han sido realizados en:

LABORATORIO QUIMICO YAULI
 Unidad Minera Yauli - Carahuacra
 Carretera Central N°168
 Yauli - Junin - Peru

☎ (+511) 4167000 Anexo 83330 - 83331
 ✉ mrivas@volcan.com.pe
 ✉ yalabquimico@volcan.com.pe

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, si la autorización de LABORATORIO QUIMICO YAULI

Los 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

ANEXO D

LABECO

ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.

INFORME DE ENSAYO N° 0030-19^I

Solicitante : JESSICA ESTHER PALOMARES ULLOA
Dirección del Solicitante : Jr. Gabriela García Marquéz N° 1380 - El Tambo
Atención : Jessica Esther Palomares Ulloa
Proyecto : ---
Lugar de Muestreo : Tunel Cachi Cachi - Sociedad Minera Corona S.A.
Tipo de Muestra : Agua Acida de Mina Tratada
Fecha de Monitoreo : 17/01/2020
Fecha de Recepción de Muestra : 18/01/2020
Fecha de Inicio de Análisis : 18/01/2020
Fecha de Término de Análisis : 20/01/2020
Fecha de Emisión : 21/01/2020

CALIDAD DE AGUA

Código de Laboratorio	0030-1	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	IP-2		
Metales Totales			
Cobre	3,36	0,01	mg Cu/L
Manganeso	0,09	0,01	mg Mn/L

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

Cobre: APHA AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Edition 2017, Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air-Acetylene Flame Method.
 Manganeso: APHA AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Edition 2017, Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air-~~f~~



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya

CQP N° 1328

Director Técnico

Lima, 21 de Enero de 2020.

Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.

Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".

Nota 3: La(s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.

Nota 4: El laboratorio declara la validez del presente Informe de Ensayo por el período de un año, para los fines que el cliente estime conveniente.

Nota 5: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".

Nota 6: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.

Nota 7: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

Nota 10: El superíndice "I" perteneciente al título de Informe de Ensayo se está considerando para los parámetros que no estén dentro del alcance de acreditación.

Nota 12: Los resultados mencionados en este documento proceden de muestras proporcionadas por el cliente. El laboratorio no es responsable del origen o fuente de la cual ha sido tomadas".

---000000---

1 de 1

Revisión: 22

LB-F-14

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico

Surquillo - Lima

Teléfonos: 242-2696 / 444-8987

web: www.labecoperu.com

e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA RECIBIDA		SÍ	NO
Todas las muestras están dentro del período de análisis		X	
La muestra es proporcionada por el cliente		X	
La muestra fue monitoreada por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L			X
El envase es proporcionado por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L			X
El envase es proporcionado por el cliente		X	
Las muestras para metales disueltos están filtradas y preservadas con HNO ₃ (pH<2)			NA
Las muestras para metales están preservadas con HNO ₃ (pH<2)			X
Las muestras para análisis fisico-químico están refrigeradas y al pH de acuerdo al método			X
Las muestras para análisis microbiológicos están refrigeradas			NA
Las muestras para nutrientes están preservadas con H ₂ SO ₄ (pH<2)			NA
Las muestras para aceites y grasas están preservadas con H ₂ SO ₄ (pH<2)			NA
Las muestras para DQO están preservadas con H ₂ SO ₄ (pH<2)			NA
La muestra para DBO ₅ está completamente llena y refrigerada			NA
La muestra para el análisis de cianuro está preservada con NaOH (pH>12)			NA
Se recibieron contramuestras			X
Se recibieron muestras dirimientes			X
"Lectura de la Temperatura de las muestras(°C)"			
Cód. Termómetro	TEG3511T	"Muestras Química"	
		"Muestras microbiología"	
		T°= 7°C	
		"Realizado por :"	"Realizado por :"
CANTIDAD DE MUESTRA Y CONTRAMUESTRA RECIBIDA:			
1/500P			
OBSERVACIONES RESPECTO A CONDICIONES DE RECEPCIÓN NO DESCRITAS ANTERIORMENTE:			
Los parámetros tendrán valor referencial.			
OBSERVACIONES			

NA: No Aplica, P (plástico), V (vidrio).

Criterio de aceptación:

"Muestras químicas: ≤ 6 °C"

"Muestras microbiología: ≤ 10 °C"

LB-F-11
 Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 242-2696 / 444-8987
 web: www.labecoperu.com
 e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com

Rev.: 11

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"