



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión sistemática y meta-análisis sobre la aplicación de
carbón activado para la remoción de plomo y zinc en
aguas residuales**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Bellido Alvitres, Karolina Stefany (ORCID: 0000-0003-4610-9194)

Roque Cruzado, Linda Lizeth (ORCID: 0000-0002-2442-5156)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente investigación va dedicada a nuestros padres por apoyarnos durante toda la carrera profesional, por la motivación constante y su amor incondicional, también a todas las personas que confiaron en nosotras y nos brindaron el apoyo necesario para que esto sea posible.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirnos llegar hasta esta etapa de nuestras vidas. Asimismo, agradecer a nuestra casa de estudios la Universidad César Vallejo por abrirnos las puertas y brindarnos la oportunidad de formarnos profesionalmente.

A nuestro asesor el Dr. Carlos Castañeda, por cada una de las enseñanzas y consejos en cada etapa de nuestra investigación.

A nuestros padres por confiar en nosotras, sin ellos esto no hubiera sido posible.

Y finalmente, pero no menos importante, a todos nuestros familiares y amigos que nos acompañaron durante toda la carrera profesional.

Índice de contenidos

Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	11
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	11
3.2 Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.5. Procedimiento	15
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS.....	22
4.1. Metaanálisis	41
V. DISCUSIÓN	46
REFERENCIAS	52
ANEXOS	65

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de validez	15
Tabla 2. Estrategias de búsqueda.....	16
Tabla 3. Características de los estudios incluidos en la revisión.....	25
Tabla 4. Características fisicoquímicas de las muestras de aguas residuales	31
Tabla 5. Características físicas de las biomasas.....	34
Tabla 6. Condiciones operacionales del carbón activado	35
Tabla 7. Porcentaje de remoción de plomo y zinc.....	37

Índice de figuras

Figura 1. Flujograma de procedimiento.....	19
Figura 2. Diagrama de flujo de activación química del carbón activado.....	20
Figura 3. Tipos de carbón: A. En polvo, B. Granular, C. Peletizado.....	21
Figura 4. Proceso de obtención de investigaciones incluidas para el metaanálisis.....	23
Figura 5. Metaanálisis del porcentaje de remoción de Pb respecto a la concentración ..	41
Figura 6. Metaanálisis del porcentaje de remoción de Zn respecto a la concentración ..	42
Figura 7. Porcentaje de remoción de Pb al aplicar el carbón activado.....	43
Figura 8. Porcentaje de remoción de Zn al aplicar el carbón activado.....	44
Figura 9. Eficiencia de las biomasas para la remoción de Pb	45
Figura 10. Eficiencia de las biomasas para la remoción de Zn	46

Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar mediante una revisión sistemática y meta-análisis la eficiencia de la aplicación de carbón activado a partir de biomasas residuales, para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales, resaltando el aprovechamiento de estas. La investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño no experimental. La búsqueda de información se realizó en bases de datos confiables, como Scopus, Web of Science, ScienceDirect y EBSCO, en el periodo de enero de 2010 hasta septiembre de 2020. Los resultados recopilados mostraron que las biomasas más eficientes para la elaboración de carbón activado fueron la ceiba pentandra, que logró remover un 85% de Pb y los esquilmos de palta, que lograron remover un 90% de Zn en aguas residuales. Finalmente, se concluye que el carbón activado elaborado de biomasa residual resultó ser eficaz para la remoción de Pb y Zn en aguas residuales y podría ser una buena alternativa para reducir la contaminación y el impacto negativo que estos metales producen al medio ambiente.

Palabras clave: Revisión sistemática, metaanálisis, carbón activado, adsorción, plomo, zinc, aguas residuales, biomasa.

Abstract

The objective of the research was to evaluate through a systematic review and meta-analysis the efficiency of the application of activated carbon from residual biomass, for the removal of lead and zinc in wastewater, highlighting the use of these. The research was of an applied type, descriptive level, quantitative approach and non-experimental design. The information search was carried out in reliable databases, such as Scopus, Web of Science, ScienceDirect and EBSCO, in the period from January 2010 to September 2020. The results collected showed that the most efficient biomasses for the production of activated carbon. They were the ceiba pentandra, which managed to remove 85% of Pb, and the avocado waste, which managed to remove 90% of Zn in wastewater. Finally, it is concluded that activated carbon made from residual biomass turned out to be effective for the removal of Pb and Zn in wastewater and could be a good alternative to reduce pollution and the negative impact that these metals produce on the environment.

Keywords: Systematic review, meta-analysis, activated carbon, adsorption, lead, zinc, wastewater, biomass.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, la inadecuada disposición de aguas residuales sin previo tratamiento ha conllevado al incremento de focos infecciosos en el recurso hídrico, en la salud de la población, así también como en la flora y fauna. En España, se estima aproximadamente 60.000 puntos de vertimientos, los cuales van de manera directa a las aguas naturales, los causantes de dicha contaminación provienen de actividades ganaderas, aguas municipales y las industrias, dando como resultado sustancias tóxicas como los metales pesados (Mahamad y Shaikh, 2020).

En el Perú, cada habitante produce 142 litros de aguas residuales, generándose un total de 2 217 946 m³ al día, las cuales son descargadas a la red de alcantarillado y solo el 32% recibe un pre-tratamiento. Específicamente, en Lima se origina 1 202 286 m³ de aguas residuales diarias y el 20.5% de estas recibe tratamiento. Por ello se desarrollan investigaciones innovadoras y tecnologías sustentables para lograr disminuir esta problemática (OEFA, 2018).

Los metales pesados son considerados altamente tóxicos ya que afectan a la ecología debido a su baja degradabilidad, entre los más relevantes tenemos al plomo (Pb) y zinc (Zn), que contienen una densidad superior a 4 g/cm³, masa y peso atómico por encima de 20, además afectan la operación del tratamiento biológico si son vertidas al sistema de alcantarillado en concentraciones elevadas (Jun et al. 2020).

La biomasa es considerada como todo tipo de materia orgánica que se origina a través de un proceso biológico, se da de dos maneras, naturalmente o por la actividad del ser humano, tales acciones producen residuos orgánicos e inorgánicos. Asimismo, el carbón activado es un método eficiente de bioadsorción, que se lleva a cabo gracias al reaprovechamiento de residuos agrícolas que son utilizados para su elaboración, el cual a través de un proceso logra disminuir la contaminación por metales encontrados en cuerpos de agua (Adigun, Oninla y Babarinde, 2019).

Para realizar la investigación se optó por la metodología de revisión sistemática ya que tiene como finalidad recopilar y proporcionar un resumen sobre un determinado tema y a su vez responde a la pregunta de investigación (CORRIAL YADIRA, 2018). Así mismo el metaanálisis se utiliza para analizar la información relacionada con la producción científica y permite evaluar el impacto en un artículo o revista y la influencia que tuvo con sus receptores, esta se fundamenta a través de un análisis estadístico (Ivette et al. 2017). En consecuencia, esta investigación aplica una revisión sistemática y metaanálisis para analizar y estimar la información obtenida de diversos estudios con resultados múltiples, para evaluar la aplicación de carbón activado en la remoción de plomo y zinc en aguas residuales.

De acuerdo a la realidad problemática, se formuló como problema general: ¿Cuál es la eficiencia de la aplicación de carbón activado generado por distintas biomásas para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales, enero del 2010 hasta septiembre del 2020?, y como problemas específicos: ¿Cuáles son las condiciones operacionales de la aplicación de carbón activado para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales?, ¿Cuáles son las características físicas de la biomasa que intervienen en los estudios realizados? y ¿Qué tipo de biomasa es más eficiente para la elaboración del carbón activado?

El trabajo de investigación a nivel ambiental se justifica al utilizar distintas biomásas para generar carbón activado, este es considerado un bioadsorbente muy eficaz cuando se trata de metales pesados, de esta manera se podrá reducir la contaminación y el impacto negativo que estos provocan en el ambiente. Así pues, a nivel social la investigación resalta el reaprovechamiento de las biomásas, ya que la mayor parte de la sociedad no tiene idea del beneficio que estas puedan tener con respecto a la contaminación en aguas residuales. En el nivel teórico, se tiene como finalidad recopilar la mayor cantidad de información por medio de la literatura y así aportar nuevos conocimientos a futuras investigaciones.

Asimismo, respondiendo a las preguntas de investigación se formuló como

objetivo general: evaluar la eficiencia de la aplicación de carbón activado generado por distintas biomásas para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales, enero del 2010 hasta septiembre del 2020, y como objetivos específicos: identificar las condiciones operacionales de la aplicación de carbón activado para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales, determinar las características físicas de la biomasa que intervienen en los estudios realizados e identificar la biomasa más eficiente para la elaboración del carbón activado.

En el trabajo de investigación se estableció como hipótesis que la aplicación de carbón activado de distintas biomásas tiene mayor eficiencia en la remoción de plomo y zinc en aguas residuales.

II. MARCO TEÓRICO

Según el Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA), las aguas residuales han sido modificadas en sus características producto de las actividades humanas y por ello, requiere de un previo tratamiento antes de ser usadas en un recurso hídrico. Pérez et al. (2013) menciona que uno de los tratamientos que se usa es la adsorción, para que así, estas aguas puedan reincorporarse al ciclo hidrológico. La implementación de nuevas alternativas con respecto a la remoción de metales pesados en aguas residuales ha crecido durante los últimos años, se sabe que, en el mundo, el 3% de agua es dulce y el 97% agua salada, pero solo el 10% es utilizada con un tratamiento mínimo para las necesidades humanas (Medina et al. 2015).

El agua tiene un efecto de amplio alcance en todos los aspectos de la vida humana, como la salud y la alimentación. Sin embargo, el agua a menudo se ha contaminado por los desechos de las actividades industriales, agrícolas y cotidianas debido al impacto negativo proveniente de los seres humanos. Por lo tanto, existe una necesidad urgente de nuevas tecnologías para eliminar los contaminantes de las aguas residuales (Corda y Kini, 2020).

La contaminación hídrica se da debido a la presencia de componentes químicos o de otra naturaleza en una densidad superior a la situación natural, de tal manera que no cumpla con las condiciones y límites máximos permisibles para un uso destinado, mayormente para el ser humano. Esta alteración en la calidad del agua, que se traduce en la existencia de sustancias como los microbios, los metales pesados o los sedimentos, hace que su consumo tenga efectos dañinos sobre la salud y el medio (Ajiboye, Oyewo y Onwudiwe, 2021).

La contaminación del agua es una de las principales preocupaciones de la salud humana, se considera que la mayor parte del agua superficial mundial está contaminada con metales pesados el cual se ha convertido en un problema grave en la actualidad. En particular el Pb es altamente tóxico y está asociado directamente con riesgos para la salud, ya que causa daños en los riñones, hígado y el sistema nervioso central. SHAIKH Y TANWEER (2020) estudiaron varios métodos de adsorción para la eliminación de plomo utilizando productos

naturales como: cáscaras, estiércol, escamas de pescado, champiñones, semillas de frutos de plumas de pollo y bentonita. Los resultados que obtuvieron fue la elaboración de carbón activado vegetal como un adsorbente eficiente en la eliminación de plomo debido a su alto contenido de poros en su pared celular.

Bagchi y Behera (2020) estudiaron la eliminación de metales pesados en aguas residuales, estos tienen impactos negativos en la salud humana, así como en otros componentes del medio ambiente. Los estudios realizados sobre los tres procesos bioelectroquímicos son utilizados para tratar aguas residuales industriales contaminadas por metales pesados.

Los metales pesados son elementos químicos altamente tóxicos, entre los más relevantes tenemos al cobre (Cu), mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd), talio (Tl), zinc (Zn) y cromo (Cr), estos son peligrosos porque existen casos en los cuales no pueden ser biodegradados en su totalidad, así también en situaciones extremas suelen acumularse y ocasionan problemas en la salud del ser humano, teniendo infinidad de síntomas físicos y psíquicos como: dolores crónicos, problemas sanguíneos, problemas respiratorios, ansiedad y pasividad (UNECE, 2017).

El plomo (Pb) es un metal pesado ubicuo, con alta densidad y en concentraciones altas es sumamente tóxico, dicho metal se puede encontrar de manera natural en el medio y de forma antropogénica como consecuencia de las actividades humanas (Londoño y Muñoz, 2017). En paralelo, Tejada, Herrera y Núñez et al. (2016) estudiaron que, el plomo encontrado en las aguas residuales que provienen de las industrias, puede ser reducido utilizando residuos de diferentes cáscaras como el maíz. Los resultados indicaron que la eosina (materia de color rojizo que se deriva de pruebas con restos orgánicos) presentó mayor porcentaje de remoción con un 94%.

Sichen Fan (2018) redujo el porcentaje de remoción de Pb a través de la elaboración de carbón activado a partir de co-pirólisis de pieles, médula y hojas de maíz con modificación de polietileno e hidróxido de potasio, el cual fue

agregado para poder reforzar la calidad del carbón. Esta investigación obtuvo como resultado un 50,35% de remoción de Pb en aguas residuales, siendo un método efectivo.

Aplicación del plomo, este metal se utiliza en la fabricación de aparatos eléctricos, en la construcción, soldadura, plomadas para pescar y en la fabricación de cables. Por otra parte, Amuda, Giwa y Bello (2007) realizaron el proceso de bioadsorción en aguas residuales contaminadas por metales pesados generados por las industrias, usando el bioadsorbente desarrollado. Los resultados indicaron que producir carbón activado conduce potencialmente a la producción de un adsorbente altamente efectivo. Similarmente, Anirudhan y Sreekumari, (2011) evaluaron el carbón activado como un adsorbente adecuado para eliminar iones de metales como Pb (II), Hg (II) y Cu (II) de los efluentes industriales a través del proceso de adsorción por lotes. Los resultados demostraron que el carbón activado tuvo un 80% de efectividad.

El zinc (Zn) es un metal pesado, clasificado como elemento de transición, esencial para los seres humanos y ciertos animales ya que interviene en el metabolismo, pero en cantidades altas produce daños a la salud como también a la ecología (Peña, 2011). Los efectos por contaminación provenientes del metal zinc, tienen consecuencias remotas en la población siendo la causa de diferentes problemas ambientales (Muñoz et al. 2007).

Aplicación del zinc, este metal se encuentra en el acero para ser protegidos del proceso de corrosión, también se usan en las baterías portátiles y para crear la transparencia de la pintura. En efecto, Qada, Allen y Walker (2006) estudiaron las isotermas de adsorción de equilibrio para la eliminación del colorante básico (azul de metileno) de la solución acuosa utilizando carbón activado a base de carbón bituminoso. Los resultados indicaron el uso potencial del adsorbente para la eliminación de azul de metileno (MB) de la solución acuosa y capacidad máxima de adsorción de 580 mg/L en equilibrio.

Así mismo, XU et al. (2017) analizaron un sistema de plasma el cual contiene descarga de brillo a presión atmosférica, y mostró un comportamiento de crecimiento regular en presencia de 250 mg/L de Cadmio (Cd) en solución. Los

resultados confirmaron que la adsorción extracelular como la captación intracelular contribuye a la bioestabilización.

A su vez, D Fathira (2018) estudió también la remoción de Pb, en esta investigación se realizó el carbón activado a partir de la cáscara de café, para ello tuvo como concentración inicial 300 mg/L y el tiempo de contacto se varió a 0, 30, 60, 90, 120 y 150 minutos. Los resultados que se obtuvieron fueron: capacidad máxima de absorción de 170,26 mg/L y tiempo 90 minutos. De este estudio se concluye que la cáscara de café es una biomasa potencial para la elaboración de carbón activado y para la remoción de Pb. A comparación de Yueling Zhao (2017) que también realizó carbón activado para la remoción de Pb, pero utilizó paja de trigo y hematita natural, se obtuvo la mejor capacidad de adsorción de Pb (II) (196,91 mg/L), demostrando que la biomasa utilizada es eficiente.

GHADIMI, HAJATI Y SABAJAN (2020) estudiaron la distribución de metales pesados como Hg, As, Cd, Cr, Cu, Pb y Zn en las aguas del lago de Mighan y su riesgo de contaminación. Los resultados demostraron que los patrones de distribución espacial revelaron que en diferentes áreas de la playa/lago se encuentran contaminado por Pb en altas concentraciones sobrepasando los límites máximos permisibles del agua potable.

La adsorción es un fenómeno por el cual los átomos y moléculas pueden pasar de una fase a otra, siendo la fase A llamada adsorbato y la fase B el adsorbente, este se divide en dos tipos: adsorción física y química (Peña et al. 2012). Así mismo, al ser una transferencia de iones se toman en cuenta factores que influyen para una adsorción eficiente. Según Ferre (2011) las propiedades del adsorbato tienen importancia en el desarrollo de operaciones de industria química, además las múltiples aplicaciones de adsorción se hacen evidentes durante el proceso de catálisis heterogénea para la eliminación de contaminantes y en el tratamiento de residuos en soluciones acuosas. El pH cumple un papel muy importante porque sirve como medida para determinar el grado de acidez y alcalinidad de una disolución, afectando también a la carga de la superficie de los adsorbentes (Vizcaíno Mendoza, Fuentes Molina y González

Fragozo, 2017). La temperatura se considera una magnitud física que se refleja en la cantidad de calor ya sea de un objeto, cuerpo o ambiente, está relacionada con la energía interior de los sistemas termodinámicos, como también al movimiento de las partículas y la actividad de las moléculas de la materia (Peña et al. 2012). Por otra parte, Hernández et al. (2016), estudiaron las isotermas de adsorción y la cinética del GAC para la eliminación de Pb (II) mediante diferentes modelos. Los resultados indicaron que la eficiencia de adsorción de Pb (II) fue de 217 mg/L, la cual resultó más alta que otros adsorbentes. Similarmente, Abu Hasan, Muhammad y Ismail, (2020) analizaron elementos químicos tóxicos y carcinogénicos generados por el arsénico. Demostraron que el proceso de bioadsorción fue eficiente con arsénico, con sustancias que contienen Fe (III) en las matrices no modificadas químicamente.

La biomasa se considera como la fracción biodegradable de los residuos municipales, industriales, productos y desechos de actividades agrarias ya sea de origen vegetal o animal, así pues, es también renovable, amigable con el medio ambiente y de bajo costo facilitando la economía ya que se obtiene por medio de la recolección de cáscaras que son desechadas usualmente por las personas, generando de manera sostenible la calidad de energía renovable. En consecuencia, se pretende conocer las nuevas técnicas de extracción de biomasa vegetal para remover concentraciones de pb y zn en aguas residuales siendo de mucha importancia para controlar los impactos ambientales (En y Porras Velázquez, 2019).

De acuerdo al impacto sobre el ambiente se buscará contribuir a la recopilación de diferentes investigaciones respecto a la eficiencia de remoción de pb y zinc de la biomasa vegetal, empleando materiales de origen biológico con el fin de tener un ambiente sostenible y una alternativa económica en el tratamiento de aguas residuales contaminadas por dichos metales ya que son grandes adsorbentes gracias a que en sus paredes celulares contienen poros lo que hace que sea un proceso más eficiente (Carriazo, Saavedra y Molina, 2018).

El carbón activado es un producto de origen vegetal poroso, con la función de atrapar compuestos orgánicos presentes en un líquido o gas, por ello es considerado un absorbente universal y ha sido utilizado para controlar la

contaminación en medios acuosos y también como purificante (Meng et al. 2018). Los carbones de concha de coca poseen mayor nivel de microporosidad y son muy eficientes porque tienen la capacidad de retener sustancias tóxicas como contaminantes en cuerpos de agua (Sevilla, 2016). **Existen 3 tipos de carbón activado:** en polvo, granular y peletizado. El carbón se puede activar por un proceso físico en el cual es sometido a una temperatura que oscila entre 700 y 900 °C esto causa una reacción del agente activante con el carbono ya con el proceso de activación, formándose poros como resultado de la gasificación del material carbonizado (Gonzales y Teruya, 2004). Estos pueden ser activados mediante un proceso químico que se obtiene de un tratamiento previo ya sea con cloruro de zinc, ácido fosfórico u otros reactivos químicos, de esta manera la materia prima se transforma en carbón tomando propiedades con una gran actividad y poder de adsorción (García y Asenjo, 2015).

Aplicación de carbón activado, existe un gran número de aplicaciones que se manifiesta mediante los sectores económicos en los cuales se encuentra la industria alimentaria, medicina y el proceso de adsorción. Estos se destacan en la eliminación de impurezas que causan color, olor y sabor en agua potable, depuración de aguas subterráneas, potabilización de agua superficial y de pozo, y purificación de aire y gases. De ese modo, por medio del método de bioadsorción generado de cáscaras de frutas, tallos de hojas, hogos, bacterias entre otros, busca mejorar las propiedades organolépticas en el agua como también remover la contaminación por metales pesados siendo una alternativa de bajo costo, con mayor eficiencia y facilidad para la obtención de los materiales que provienen de la naturaleza (Abbaszadeh et al. 2016).

Por otro lado, HAN, KIM Y KITAE (2020) estudiaron la eliminación acelerada de cromo (Cr (VI)) por biocarbón a partir de cáscaras de arroz, los resultados indicaron que la reducción de (Cr (VI)) fue mínima en agua porque tuvo mayor eficiencia en hielo debido al fenómeno de concentración por

congelación, la reacción redox mejorada entre el Cr (VI) y la materia orgánica disuelta (DOM) es principalmente responsable de la reducción acelerada.

Anqi Wang (2019) estudió el carbono poroso a base de lignina e investiga en detalle la influencia de diferentes parámetros de reacción (pH de la solución, concentración inicial de iones metálicos, tiempo de contacto y cantidad de adsorbente) en el rendimiento de adsorción. Los resultados demuestran que LPC puede alcanzar capacidades de adsorción superiores de 250,5 mg g⁻¹ para Pb (II) y 126,4 mg g⁻¹ para Cd (II).

Novoseltseva et al. (2020) investigaron un adsorbente altamente eficiente, selectivo, de bajo costo y reciclable para la rápida eliminación de iones de Pb en soluciones acuosas. Los resultados obtenidos de los experimentos de adsorción de iones Pb en la superficie de biocarbón indicaron una alta capacidad de adsorción y la posibilidad de su preconcentración y eliminación selectiva de estos iones, confirman la aplicación de dicha remediación.

Han et al. (2020) investigaron la eliminación acelerada por congelación de Cr (VI) por biocarbón sintetizado a partir de cáscaras de naranja, los resultados demostraron que se logró la eliminación con éxito en aguas residuales contaminadas por Cr.

La revisión sistemática es un resumen estructurado de la información de una investigación científica, se caracteriza por describir un proceso de elaboración para recolectar, seleccionar y evaluar una investigación como objeto de estudio. La base de datos está constituida por autores, resúmenes, palabras claves y se almacenan mediante sistemas informáticos integrados como: Web of Science, Scopus, Google Scholar, entre otros (Moreno et al. 2018). En consecuencia, esta metodología facilita y resume los contenidos de múltiples artículos que responden una misma pregunta y de esa manera permite tomar decisiones basadas en la evidencia (Ardanuy, 2012). La metodología de revisión sistemática es utilizada por usuarios que observan los documentos publicados ya sean académicos o científicos que les permite tener un análisis crítico, estadístico y diverso en la información. Similarmente, para la elaboración de esta

metodología se empieza con el planteamiento de la pregunta del problema general y será específica para que sea determinada a través de la búsqueda de la base de datos útiles para responder dicha pregunta (Rivera et al. 2018).

El metaanálisis es un estudio que permite analizar investigaciones, diagnósticos y observaciones, el proceso de este método inicia por la búsqueda, selección y un análisis estructurado de la evidencia para brindar mejor objetividad ante un tema de investigación. Así mismo como aporte se destaca por el desarrollo de técnicas que requieren de experiencia y de la colaboración de los investigadores (SANDOYA, 2008). Según Glass (2010) definió que es un análisis de una colección como resultado de diferentes estudios individuales con el objetivo de agrupar todos los hallazgos presentes en los estudios. La mayoría de autores señalan que existe tres aspectos fundamentales sobre un estudio de metaanálisis, el primero establece que los investigadores no tienen en cuenta la calidad de los artículos analizados es decir se encuentra una crítica débil para el proceso de selección, el segundo aspecto enfatiza que es posible formar grupos de informes ya sea por año de publicación, palabras claves, lugares de origen, etc. Por último, el tercer aspecto está orientado a un proceso de perfeccionamiento porque no todos los artículos publicados incluyen una información adecuada (HERNANDEZ Y AGUILERA, 2001).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de Investigación

La investigación sobre la revisión sistemática y metaanálisis de la aplicación de carbón activado para la remoción de plomo y zinc en aguas

residuales, se clasifica como una investigación con enfoque cuantitativo y de tipo aplicada. La investigación se basó en teorías relacionadas al carbón activado, las biomásas que se usan para elaborarlos y su aplicación para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales.

SOUSA et al. (2007) argumentan que la investigación aplicada es de forma secuencial, ya que no se puede omitir ni saltar pasos, se fundamenta con el raciocinio deductivo y la generalización, todo ello se basa en la observación, medición e interpretación de la realidad objetiva, además SOUSA et al. (2007) indican que un enfoque cuantitativo es un conjunto de procesos que tienen una secuencia, determina las variables teniendo un diseño de método estadístico, dando conclusiones como resultado.

La presente revisión sistemática y metaanálisis de la aplicación de carbón activado para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales, fue de diseño no experimental y de nivel descriptivo. El diseño no experimental se realiza sin la manipulación de las variables, es decir no varía la variable independiente ya que este diseño se basa en la observación de fenómenos en su contexto natural para posteriormente ser analizados (HERNANDEZ, FERNANDEZ Y BAPTISTA, 2014).

Con respecto al nivel descriptivo, Blanco, (1998) explica que un estudio de nivel explicativo tiene relación casual y que además no solo busca describir o estar cerca de un problema, sino que encuentra las causas de ello, existen diseños experimentales y no experimentales. Además, resuelve los fenómenos que se manifiesten y el por qué se interrelacionan las variables.

3.2 Variables y operacionalización

La investigación tuvo dos variables, siendo la variable independiente: aplicación del carbón activado de distintas biomásas y como variable dependiente: remoción de plomo y zinc en aguas residuales, la matriz de operacionalización de las variables será detalladas en el anexo 3.

Para recopilar la información adjuntada en la base teórica, los conceptos de las dimensiones y operación de las variables fueron planteadas de acuerdo al criterio de los diversos autores de las investigaciones correspondientes.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población es un conjunto de casos limitado y accesible, el cual forma parte de la elección de la muestra que cumple criterios predeterminados (Arias y Miranda, 2016). Por ello, la población se basa en todos los estudios adquiridos en relación a la aplicación de carbón activado para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales, que en total fueron 298 investigaciones.

Se recolectó estudios de investigaciones relacionados con la remoción de plomo y zinc en aguas residuales teniendo como muestra 28 artículos, los cuales utilizan la aplicación de carbón activado generado por distintas biomasas, estos cumplieron con los criterios de inclusión. Según Tamayo y Tamayo (2006) la muestra es el conjunto de operaciones que se utilizan para estudiar la distribución de diferentes caracteres de una fracción de población (p.176).

La metodología de la revisión sistemática y metaanálisis como muestreo utiliza las técnicas de rastreo, analítica y de cuantificación documental para su respectiva aplicación teniendo en cuenta los elementos necesarios para el planteamiento del estudio y de ese modo ser escogido por criterio propio o al azar (Gómez, Ariza y Reina, 2012).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. La técnica

El presente trabajo de investigación empleó la técnica de revisión sistemática y metaanálisis, el cual resume y analiza las investigaciones y revisiones obtenidas después de una búsqueda con respecto a la aplicación de

carbón activado para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales. Posterior a ello, esta técnica se enfoca en una revisión previa para luego ser seleccionada y sistematizada en el registro de información como fuentes encontradas que permitirán el desarrollo de la investigación.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos fueron empleados por el investigador para recopilar y almacenar la información que estuvo relacionado con los objetivos de la investigación (Valderrama, 2013). Para la recolección de datos se utilizaron 6 fichas que están adjuntas en el anexo 4 y son las siguientes:

1. Ficha 1: Características de los estudios incluidos en la revisión.
2. Ficha 2: Características fisicoquímicas de las muestras de aguas residuales.
3. Ficha 3: Características físicas de las biomosas
4. Ficha 4: Biomosas aplicadas para la elaboración del carbón activado.
5. Ficha 5: Condiciones operacionales del carbón activado.
6. Ficha 6: Porcentaje de remoción de plomo y zinc.

3.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento

Para certificar la validez y confiabilidad de este trabajo de investigación, los instrumentos serán sometidos a tres expertos en la materia para su evaluación. Las fichas de validación se encontrarán dentro de los anexos del trabajo de investigación. Corral (2011) argumenta que la validez de un instrumento consiste en la medición de la autenticidad del procedimiento del muestreo mediante diferentes pruebas, para ello los expertos se basarán en su criterio ya que

poseen un juicio apropiado y el conocimiento del tema. De ese modo, Corral (2011) muestra que la confiabilidad es aquella exactitud que contiene el conjunto de puntajes de pruebas con ausencia de errores dentro del instrumento de medida. Así mismo, Valderrama (2013) indica que la investigación cuantitativa requiere utilizar fichas de datos como instrumentos de medición, siendo creadas por los propios investigadores.

Tabla 1. Tabla de validez

Validadores	Porcentaje de validación (%)					
	Ficha 1	Ficha 2	Ficha 3	Ficha 4	Ficha 5	Ficha 6
Dr. Carlos Castañeda Olivera	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Ing. María Aliaga Martínez	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Dr. Eusterio Horario Acosta Suasnabar	90%	90%	90%	90%	90%	90%
PROMEDI O	90%	90%	90%	90%	90%	90%

3.5. Procedimiento

Para el desarrollo de la investigación se realizó el procedimiento teniendo en cuenta los siguientes criterios:

3.5.1. Criterios de inclusión y exclusión:

En esta etapa se tuvo en cuenta estudios con información de carbón activado realizado a partir de distintas biomásas para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales, también se incluyó artículos y revisiones de distintos países y en varios idiomas. Con respecto a la fecha de publicación, se realizó la búsqueda tomando los últimos 10 años (2010-2020).

Como criterio de exclusión, no se tomaron en cuenta las investigaciones

que no respondían a la pregunta del problema general, tampoco aquellas que utilizaban el carbón activado para remover iones de otros metales que no están incluidos en el título.

3.5.2. Selección de las fuentes de información:

Para la investigación se tomaron en cuenta bases de datos confiables: Scopus, Web of Science, ScienceDirect y EBSCO.

3.5.3. Estrategia de búsqueda:

De acuerdo a los documentos revisados de cómo elaborar una revisión sistemática y metaanálisis, se tomó en cuenta palabras claves relacionadas al título y al problema de la investigación, que serán filtradas en las bases de datos y de acuerdo a los criterios de inclusión antes ya mencionados. En la Tabla 2, se observan las estrategias de búsqueda:

Tabla 2. Estrategias de búsqueda

Bases de datos	Estrategia de búsqueda
Scopus	"adsorption" AND "carbon" AND "wastewater" OR "polluted water" AND "lead" OR "zinc"
Web of Science	(wastewater or "contaminated water" or "polluted water") and carbon and lead and adsorption
ScienceDirect	"adsorption" AND "carbon" AND "wastewater" OR "polluted water" AND "lead" OR "zinc"
EBSCO	"adsorption" AND "carbon" AND "wastewater" OR "polluted water" AND "lead" OR "zinc"

3.5.4. Identificación de documentos relevantes:

La identificación se realizó de acuerdo a todas las investigaciones que se tuvieron luego de realizar la búsqueda en las bases de datos, luego 28 de estos documentos cumplieron con los criterios de inclusión.

3.5.5. Evaluación de la calidad:

Se utilizó la escala llamada Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale for Cohort Studies, para valorar la calidad metodológica de las investigaciones relevantes, la cual se analiza en tres dimensiones: selección, comparabilidad y resultado. La selección manifiesta que la muestra sea representativa a la población de interés, y que se mida correctamente la exposición. El resultado mide la manera en que se reúnen los resultados y si estos cuentan con un seguimiento.

En la investigación, la dimensión selección de la escala evaluó la calidad de las investigaciones que hacen referencia a la representatividad y la exposición. La representatividad se refiere si la muestra representa verdaderamente a las aguas residuales contaminadas con plomo y zinc y la exposición evaluó si las características fisicoquímicas de las aguas residuales (concentración de plomo, concentración de zinc, pH y color) fueron descritas, a su vez evaluar si la aplicación del carbón activado de biomásas fue eficiente para disminuir o remover dichos valores. De acuerdo a la dimensión de resultados, se midió dos aspectos, el porcentaje de remoción de Pb y Zn después de la aplicación del carbón activado de biomásas y el periodo de aplicación que indica el tiempo en el que el carbón activado logra remover porcentajes de Pb y Zn, esto se tomó en cuenta ya que para la investigación fue necesario conocer la concentración inicial de Pb y Zn, y después de la aplicación del carbón activado, se tuvo los datos de la concentración final y de la misma manera el porcentaje de remoción de Pb y Zn en aguas residuales. Así también se evalúa el tiempo de contacto, pH y concentración que necesitó el carbón activado para la remoción de plomo y zinc para evaluar el periodo en el que trabajó con más eficiencia. Además, para la evaluación de la calidad de las investigaciones, se recogieron otras dos dimensiones, que son la toxicidad y el seguimiento. De acuerdo a ello, la toxicidad manifiesta si el estudio describe el grado de toxicidad de las aguas residuales y el seguimiento verifica si se realiza una evaluación de las aguas residuales pre y post aplicación del carbón activado.

3.5.6. Descripción de los estudios:

Para cada estudio se describió la muestra (características de aguas residuales utilizadas para cada investigación), a su vez los datos de la variable independiente (porosidad, área superficial, capacidad de adsorción, resistencia térmica, conductividad eléctrica, masa, volumen) y de la variable dependiente (porcentaje de remoción de plomo, porcentaje de remoción de zinc).

Para una revisión sistemática y metaanálisis los datos de las investigaciones seleccionadas se resumieron en tablas con la siguiente información:

- Características de los estudios incluidos en la revisión.
- Características fisicoquímicas de las muestras de aguas residuales.
- Características físicas de las biomosas
- Biomosas aplicadas para la elaboración del carbón activado.
- Condiciones operacionales del carbón activado.
- Porcentaje de remoción de plomo y zinc.

3.5.7. Flujograma de procedimiento

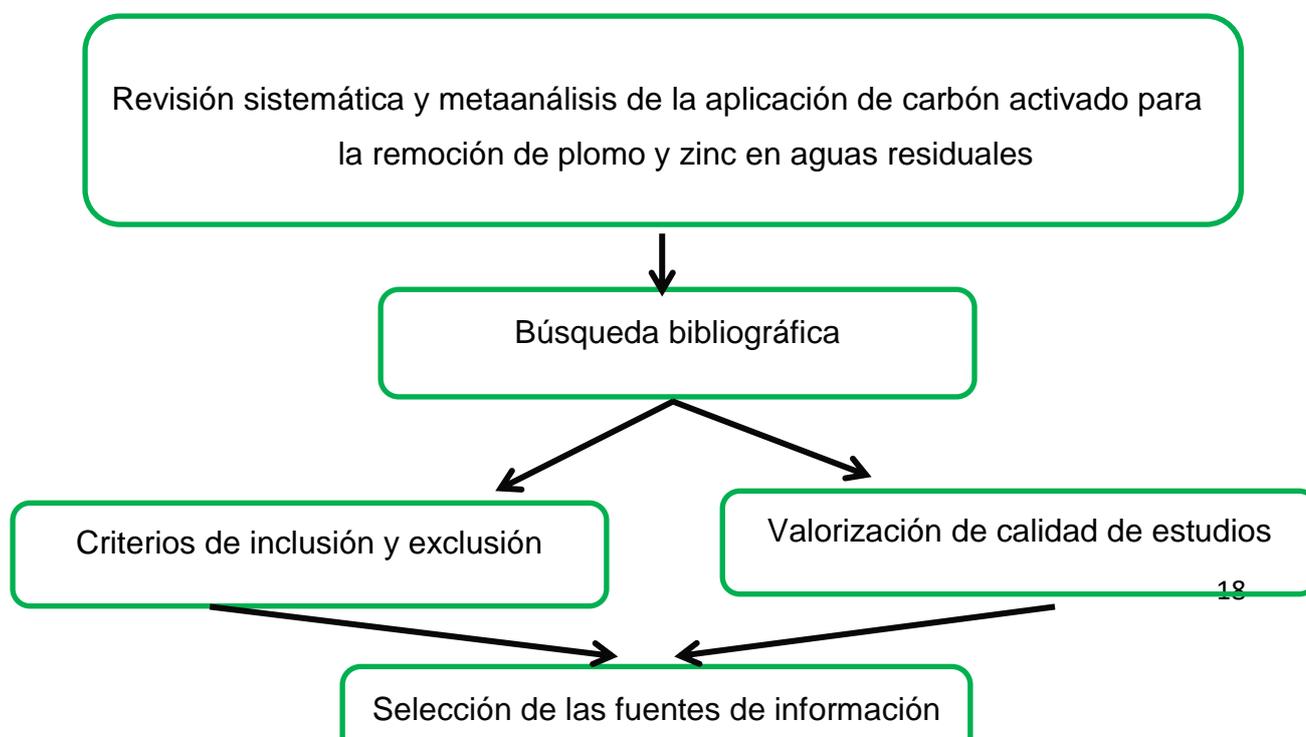


Figura 1. Flujograma de procedimiento

3.5.8. Métodos de activación de carbón activado

La activación del carbón activado consiste en el desarrollo de la estructura porosa mediante la adición de agentes oxidantes, esta se lleva a cabo por métodos físicos y químicos.

3.5.8.1 Activación física de carbón activado

La activación física se da en dos etapas: carbonización y activación del carbonizado con la adición de agentes oxidantes como: dióxido de carbono, vapor de agua, aire o la combinación de estos mismos, el oxígeno es el agente activador y responsable de quemar las partes más reactivas y generar una estructura más porosa para el carbón, este método tiene un rendimiento de 30% en la etapa de activación (Mora, 2020)

3.5.8.2 Activación química de carbón activado

La activación química se da solo en una etapa, la materia prima es impregnada con agentes químicos como: cloruro de Zinc, ácido fosfórico, hidróxido de potasio. Esta activación se realiza para carbones producidos por materia prima vegetal y tiene un rendimiento de 50% (Ospina-Guarín, Buitrago-Sierra y López-López, 2014). El proceso de activación química del carbón se detalla en la Figura 2.

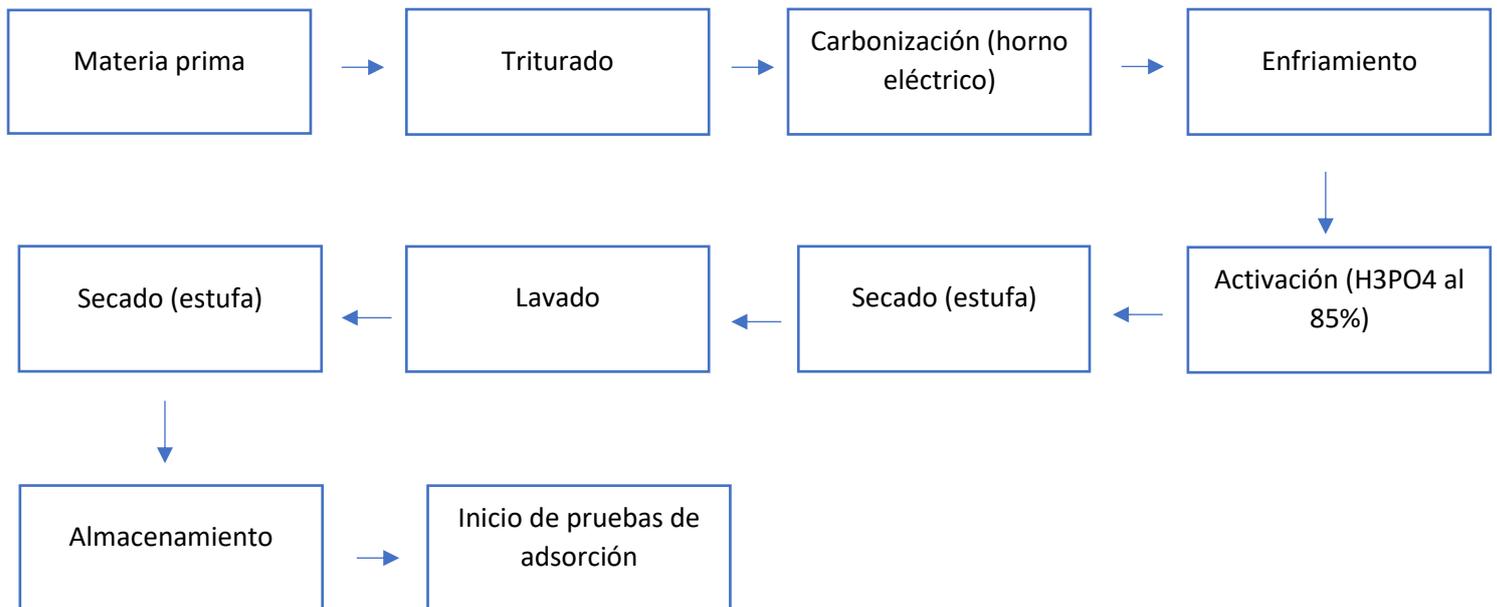


Figura 2. Diagrama de flujo de activación química del carbón activado

3.5.8.3 Activación por deshidratación química de carbón activado

Este método se aplica en el proceso de activación como tecnología en materiales orgánicos, se basa en tres etapas: la primera consiste en deshidratar la materia prima con la acción de un químico como: cloruro de zinc, ácido fosfórico y carbonato de potasio. En la segunda etapa se procede a carbonizar el material deshidratado a una temperatura baja (500 a 600 °C), con el fin de obtener una estructura más porosa para el carbón. Finalmente, en la tercera etapa la materia prima puede activarse por deshidratación química o activación térmica - activación física, (MANUAL DEL CARBÓN ACTIVO, 2020).

3.5.9. Tipos de carbón activado

El carbón activado se puede clasificar en 3 tipos, según la granulometría: granular, en polvo y peletizado.

El carbón activado en polvo, presenta macroporos bien definidos, el tamaño de su partícula es inferior a 0.18 mm (Sevilla, 2016) y es ideal para para eliminar varios contaminantes del agua, aire, líquidos y gases (Sanches, 2018). Así mismo, **el carbón activado granular**, cuenta con una elevada área superficial, por lo que presenta partículas comprendidas entre 1mm y 5mm, y posee una gran capacidad de adsorción de metales pesados en aguas residuales (Gonzales y Teruya, 2014). En el mismo contexto, **el carbón activado peletizado**, tiene forma cilíndrica con diámetros variables (0.8, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 y 4.0 mm), este tipo de carbón es eficiente para purificación de aire y gas (Sevilla, 2016).

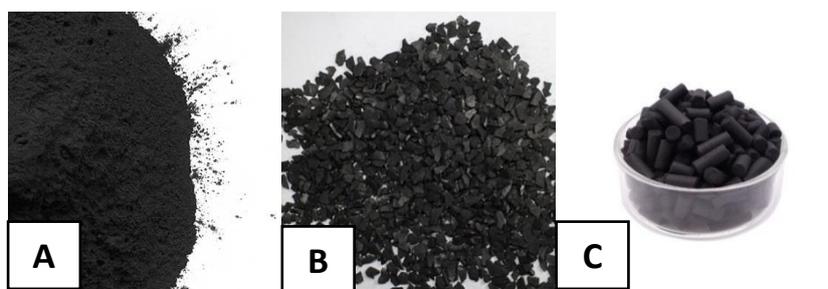


Figura 3. Tipos de carbón: A. En polvo, B. Granular, C. Peletizado

3.6. Análisis de datos

Se realizó el análisis de los datos usando el programa Review Manager (Revman) este es una herramienta de software desarrollado por Cochrane para apoyar el mantenimiento y la preparación de las revisiones sistemáticas que pueden ser revistas, investigaciones y publicaciones, los cuales son extraídos de la literatura científica, además realiza los análisis estadísticos, composición de figuras, tablas, apéndices y las referencias bibliográficas.

La presente investigación a través de las funciones de Revman generó datos de la red por medio de la creación de componentes estadísticos que tienen como elementos las publicaciones científicas, artículos, revistas, palabras

claves, países y autores los cuales estarán constituidos por una base de datos de Scopus, Web of Science, ScienceDirect y EBSCO.

3.7. Aspectos éticos

La investigación fue verídica y fehaciente ya que estuvo evaluada por especialistas en el tema, que se encargaron de la revisión de la investigación y la aplicación de la metodología adecuada, esta se desarrolló en base a la Guía de Productos de Investigación 2020 elaborado por el Vicerrectorado de Investigación así también se cumplió con las condiciones de la Resolución Rectoral N°0089-2019/UCV y de las líneas de investigación N°0126- 2017/UCV, N°0200-2018/UCV. Así mismo, la investigación pasó por el software Turnitin para verificar la originalidad y que esté correctamente citado en base a la norma ISO-690.

IV. RESULTADOS

A continuación, en la Figura 2 se presenta el diagrama de flujo del proceso de obtención de las investigaciones que fueron consideradas para el metaanálisis.

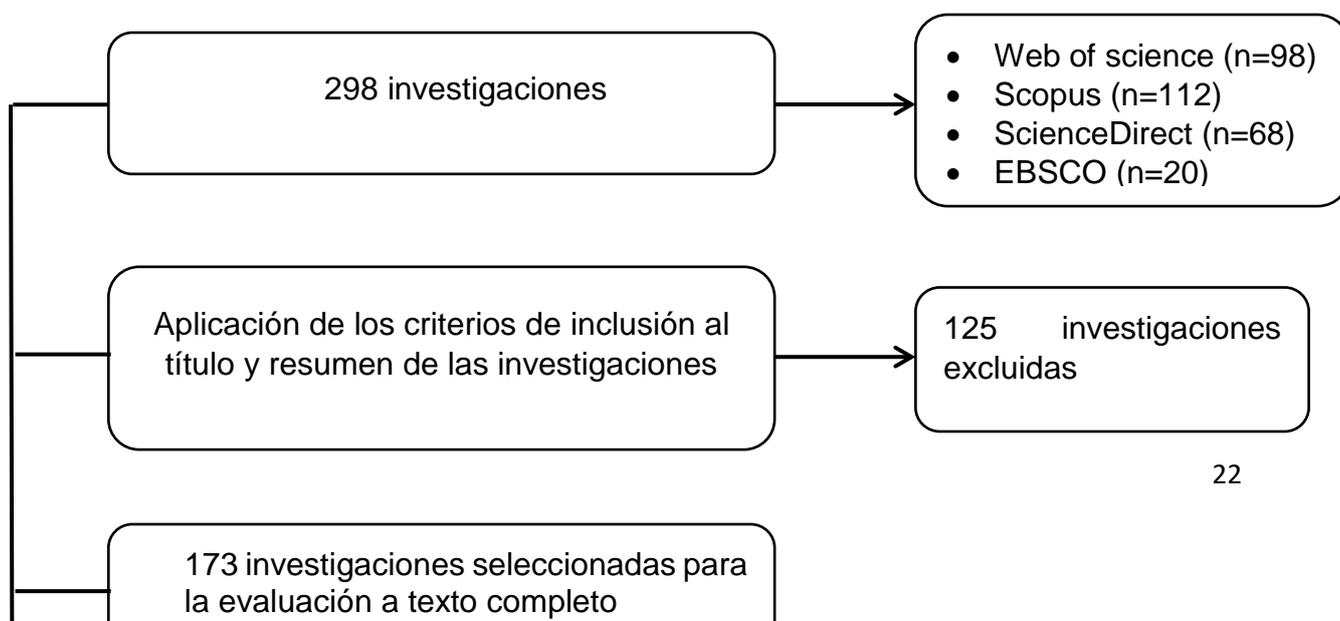


Figura 4. Proceso de obtención de investigaciones incluidas para el metaanálisis

Descripción de las fases de la Figura 4:

Los documentos que se consideraron relevantes se obtuvieron de diversas bases de datos confiables: Web of science, Scopus, ScienceDirect y EBSCO. Al aplicar la estrategia de búsqueda, se obtuvieron un total de 298 investigaciones. Estas fueron evaluadas siguiendo los criterios de inclusión en el título y resumen de cada investigación. Al aplicar estos criterios, se excluyeron 125 investigaciones.

Entonces, fueron aceptadas 173 investigaciones, las cuales volvieron a ser evaluadas según los criterios de inclusión, pero esta vez a texto completo, según la escala Newcastle – Ottawa modificada.

Según lo evaluado en las fases anteriores, se excluyeron 145 investigaciones.

Los factores de exclusión fueron: Datos insuficientes (n=78), aplicación en remoción de plomo y zinc en suelos (n=14), tipo de publicación (n=20), remoción de otros metales que no incluían plomo y zinc (n=33). Finalmente, luego de aplicar los criterios de inclusión según la escala Newcastle – Ottawa modificada, se obtuvo un total de 28 investigaciones para realizar el metaanálisis.

Tabla 3. Características de los estudios incluidos en la revisión

Biomasa	Porcentaje de remoción de plomo (Pb) (%)	Porcentaje de remoción de zinc (Zn) (%)	Diseño de investigación	Resultados	Conclusiones	País	Referencia
Cáscaras guisantes	81	66.5	Experimental	Realizaron el tratamiento de aguas residuales utilizando cáscaras guisantes como biocarbón con el fin de reducir Pb y Zn, teniendo una eficiencia de 94% en 48 horas.	La capacidad de adsorción más alta de Pb y Zn, se observó para el biocarbón preparado y calentado de las cáscaras guisantes a 600 C° durante 30 minutos, en función del pH, tiempo de contacto y la concentración inicial.	Inglaterra	Novoseltseva, Yankovych, Kovalenko, Vaclavikova y Melnyk, 2020
Esquilmos de palta	64	90	Experimental	Se trataron aguas residuales con un nivel alto de Pb y Zn de 190 mg/L y 120 mg/L, el cual mostró una reducción eficiente de 64% y 90%.	Iniciaron con la revisión de los aspectos fundamentales de la fabricación de biocarbón prístino, incluida la pirólisis y carbonización hidrotermal para la eliminación de metales pesados.	Inglaterra	Deng, Huang, Wan, Xue, Wen, Liu, Chen, Lei y Zhang, 2020
Tela de carbón activado	60	74.6	Experimental	La eficiencia de electrosorción para Pb II fue de 33% y de Zn 35% mostrando una forma prometedora y eficaz para la aplicación de eliminación de metales pesados.	Mediante espectroscopia de fotoelectrones se confirmaron los resultados preliminares y se estudió el efecto de la modificación de la superficie sobre la eficiencia de eliminación de iones.	Holanda	Kyaw, Myint, Al-Harhi y Al-Abri, 2020
Pulpa de manzana	55	72.5	Experimental	La aplicación de pulpa de manzana como carbón activado mostró una adsorción eficiente para Pb y Zn siendo 55% y 72.5%.	Para determinar el proceso de adsorción se tuvo en cuenta el pH de las soluciones (2-6), dosis de adsorbente (0.01-0.2 g), concentración inicial, tiempo de contacto (3-120 min) y la temperatura (298- 308 K).	Estados Unidos	Tolga Depci, Ali Riza Kul y Yunus Önal, 2012
Cáscaras de nuez	77.9	120	Experimental	La eficiencia de eliminación de optimizó con respecto al pH inicial, la velocidad de flujo y la dosis de adsorbente, teniendo como máximo pH 6-10,	Los resultados mostraron que los cationes de las aguas residuales estudiados significativamente pueden ser eliminados por las fuentes de carbono.	Inglaterra	Maryam, Mehdi, Shabnam,

				velocidad de flujo 3 ml/min y 0.1 g del adsorbente, como remoción tuvieron 77.9% y 120%.			Majdeh y Kermani, 2008
Cáscaras de ceiba pentandra	85.3	60	Experimental	El adsorbente mostró una remoción máxima de Pb 99.5% y Zn 99.1% con 10g/l de sorbente a una concentración de sorbato de 50 mg/l.	Los estudios de desorción se llevaron a cabo utilizando HCl diluido y se alcanzaron desorciones máximas de 85% para plomo y 78% para zinc con 0.15 M HCl.	Holanda	Madhava, Chandra, Seshaiyah, Choudary y Wang, 2008
Cáscaras coco, naranja	58.9	78	Experimental	El plomo se eliminó de manera más eficiente por adsorción (99,4%; 16,5 mg / g), mientras que se logró una mayor eliminación de zinc mediante precipitación (100%; 20,4 mg / g).	El estudio busca abordar la reutilización de estos residuos como adsorbentes para la producción de carbón activado y disminuir la contaminación por metales pesados en aguas residuales.	Estados Unidos	Bumanis, Novais, Carvalheiras, Bajare y Labrincha, 2019
Conchas de Camellia	63	-	Experimental	El adsorbente mostró una remoción máxima de Pb 63% con 20g/l de sorbente a una concentración de sorbato de 50 mg/l.	Los resultados muestran que las muestras preparadas presentan elevadas superficies aparentes como el 63% de plomo.	Italia	Youhua, Wang, Kang, Chen, 2020
Cáscara de arroz y de soja	70	-	Experimental	El adsorbente mostró una remoción máxima de Pb 70% con 15g/l de sorbente a una concentración de sorbato de 250 mg/l.	Según el resultado, la capacidad máxima de adsorción puede alcanzar 70% de remoción de Pb en aguas residuales.	Brasil	Zhang, Song, Zhang, Kong, 2020
Aserrín	-	80	Experimental	El zinc se eliminó de manera más eficiente por adsorción, a través de la aplicación de carbón activado con un 80% de remoción.	Los resultados muestran que las muestras preparadas presentan elevadas superficies aparentes como el 80% de plomo.	Bélgica	Tuomikoski, Kupila, Romar, 2019
Cáscara de café	57.8	-	Experimental	El plomo se eliminó de manera más eficiente por adsorción con un 57.8%.	Según el resultado, la capacidad máxima de adsorción puede alcanzar 57.8% de remoción de Pb en aguas residuales.	Estados Unidos	Juniar, Fathira, Mulyati, 2020
Piña de pino	45	-	Experimental	Se logró una eficiente adsorción de plomo debido a la preparación de CA con la cáscara de piña teniendo una remoción de 45%.	Los resultados muestran que las muestras preparadas presentan elevadas superficies aparentes como el 45% de plomo.	Brasil	Biswas, Siddiqi, Sen, 2019

Residuos de aceite vegetal	73	-	Experimental	El plomo se eliminó de manera más eficiente por adsorción con la aplicación de una biomasa generada por residuos de aceite vegetal, teniendo un 73% de adsorción en aguas residuales.	Según el resultado, la capacidad máxima de adsorción puede alcanzar 73% de remoción de Pb en aguas residuales.	Chile	Murat, Suat, Selhan, 2013
Cáscara de huevo	66	-	Experimental	La lenteja de agua se utilizó como bioacumulador de plomo (Pb) en las configuraciones preparadas estacionarias y recirculadas a los 3,6 y 9 d. Se compararon las características fisicoquímicas como Ph, DBO5, OD, turbidez y temperatura del afluente y el efluente.	El resultado del análisis mostró que la lenteja de agua tiene potencial en fitorremediación considerando un efluente de mejor calidad.	India	Ubuza, Palcon, Charie, Tolentino, 2019
Cáscara de lenteja de agua	50	49.5	Experimental	Los metales pesados se removieron en valores como 50% y 49.5 para Pb y Zn, además demostró que la cáscara de lenteja de agua es eficiente en la adsorción de aguas residuales.	Por lo tanto, se requiere monitorear los metales pesados en las aguas residuales y administrar las actividades municipales, industriales y agrícolas alrededor de ella y reducirlos.	China	Ghadimi, Hajati, Sabzian, 2018
Cáscara de avellana	66.8	-	Experimental	Se logró una eficiente adsorción de plomo debido a la preparación de CA con la cáscara de avellana teniendo una remoción de 66.8%.	Este trabajo determina que la cáscara de avellana como carbón activado es eficiente en el tratamiento de aguas residuales.	Haití	Tsedenbai, Kim, Lee, 2017
Cáscara de limón	-	82.12	Experimental	Describe la eliminación de Zn utilizando la cáscara de limón como carbón activado, siendo eficiente con un 82.12%.	La contaminación del agua es una de las principales preocupaciones de la salud humana, la mayor parte del agua superficial mundial está contaminada con metales pesados, se ha convertido en un problema grave en la actualidad.	Estados Unidos	Dhouibi y Binous, 2020

Cáscara de naranja	36.1	-	Experimental	Este estudio propone reutilizar los subproductos que en general han quedado sin explotar para eliminar los metales pesados de las soluciones acuosas. Este método propuesto procede sin modificación física o química del absorbente producido.	En condiciones óptimas, la eliminación (%) de iones metálicos podría alcanzar el 36.1% de plomo.	Haití	Kecira, Benturki, Daoud, 2020
Cáscara de almendra	73.6	-	Experimental	Las propiedades fisicoquímicas de los materiales obtenidos se caracterizaron por isotermas de adsorción-desorción de microscopía electrónica de barrido, espectroscopía FTIR.	Los resultados muestran que las muestras preparadas presentan elevadas superficies aparentes como el 73.6% de plomo.	China	Huang, Chen, Gao, 2019
Huesos de albaricoque	57.4	-	Experimental	Se utilizó los huesos de albaricoque para preparar biocarbón el cual sirvió para lograr la eliminación de Pb de aguas residuales altamente eficiente.	Según el resultado, la capacidad máxima de adsorción puede alcanzar 57.4% de remoción de Pb en aguas residuales.	Haití	Shaik, 2020
Cáscara de tomate	75	-	Experimental	El estudio de equilibrio de adsorción mostró que la adsorción de iones de metales pesados de cáscara de tomate siguió un modelo de isoterma de Langmuir y Freundlich.	Este trabajo determina que la cáscara de tomate como carbón activado es eficiente en el tratamiento de aguas residuales.	China	Khan, Wani, Majid, Humeera, Fajroo, Reshi, Husaini, Amjad, Shah, Manzoor, 2020
Cáscaras cítricas	-	55	Experimental	El zinc se eliminó de manera más eficiente por adsorción con un 55%.	Según el resultado, la capacidad máxima de adsorción puede alcanzar 70% de remoción de Zn en aguas residuales.	Estados Unidos	Tamjidi, Ameri, 2020
Cáscara de plátano	71	-	Experimental	El estudio de equilibrio de adsorción mostró que la adsorción de iones de metales pesados de cáscara de plátano	Este trabajo determina que la cáscara de Plátano como carbón activado es eficiente en el tratamiento de aguas residuales.	Estados Unidos	Surchi, Kafia 2011

				siguió un modelo de isoterma de Langmuir y Freundlich.			
Cáscara de manzana	26.7	-	Experimental	El plomo se eliminó de manera más eficiente por adsorción con un 26.7%.	Según el resultado, la capacidad máxima de adsorción puede alcanzar 444% de remoción de Pb en aguas residuales.	Italia	Bayuo, Abukari, Abdullai, Kenneth, 2020
Paja de cultivo	80.7	-	Experimental	El estudio encontró que cuando la relación entre la concentración inicial de contaminantes y la concentración de adsorbente es 30, las eficiencias de eliminación de Pb son superiores a 75%.	La investigación será de gran importancia para optimizar las condiciones de preparación del carbón activado para la paja, mejorar la calidad del carbón activado para la paja y ampliar el rango de aplicación del carbón activado para la paja, ya que se obtuvo un 80.7% de remoción de Pb.	China	Wang, Xu, Liu, Sheng, 2020
Ácido húmico	76	-	Experimental	Los resultados del estudio de adsorción por lotes revelaron que los datos de adsorción de Pb (II) se ajustaban mejor mediante el modelo de cinética de pseudo-segundo orden y la isoterma de Langmuir de isotermas y, por lo tanto, se estudió el efecto del pH de la solución. El pH fue de 6.5.	Los mecanismos de adsorción se confirmaron mediante el estudio XPS. Más importante aún, el método modificado es simple y tiene un bajo costo de producción. Se obtuvo como resultado un 73% de remoción.	China	Guo, Zhang, Kang, Liu, 2017
Cáscaras de yuca	74.3	-	Experimental	La cáscara de yuca demostró el mayor potencial para la eliminación de iones de plomo (II) de la solución con una eliminación del 74.3% después de 80 min con una concentración de plomo de 50 mg / l y una relación adsorbente / líquido de 0,3 g / 30 ml y un pH de 7,6.	Los datos experimentales se ajustaron bien con el modelo cinético de pseudo segundo orden. Sin embargo, el presente enfoque tiene la ventaja de ser simple, requiere menos tiempo y, lo más importante, es de bajo costo. Se obtuvo un 74.3% de remoción.	India	Thompson, Agu, Ndukwe, Christian, Asadu, 2020
Lignina	77.8	-	Experimental	Los resultados demuestran que LPC puede alcanzar capacidades de adsorción superiores de 250,5 mg g ⁻¹	El LPC agotado se puede regenerar fácilmente y exhibe una eficiencia de eliminación del 77.8% para Pb (II), después	China	Wang, Zheng, Li, Hu, Lu, Luo, Yan, 2019

				para Pb (II) y 126,4 mg g ⁻¹ para Cd (II), que son muy superiores a los adsorbentes previamente reportados. El porcentaje de remoción fue de 77.8%.	de cinco ejecuciones continuas, respectivamente. Este estudio muestra una estrategia sostenible para el diseño de material de carbono poroso a partir de biomasa natural.		
--	--	--	--	--	---	--	--

En la Tabla 3, se mostraron las características de los estudios incluidos, se revisaron 28 investigaciones publicadas entre los años 2010 y 2020, las cuales se utilizaron para evaluar la eficiencia de remoción de Pb y Zn en aguas residuales, los porcentajes tuvieron una media eficiencia de 85.3%. Estas investigaciones fueron desarrolladas en: China, Haití, India, Italia, Bélgica, Inglaterra, Holanda y Estados Unidos.

Tabla 4. Características fisicoquímicas de las muestras de aguas residuales

Procedencia de la muestra	Color	Concentración de plomo (Pb) (mg/L)	Concentración de zinc (Zn) (mg/L)	Ph	Autor(es)
Aguas residuales en el Río Negro, Inglaterra	-	178	100	8	Novoseltseva, Yankovych, Kovalenko, Vaclavikova y Melnyk, 2020
Aguas residuales de la empresa Oruro, Inglaterra	Marrón oscuro	190	120	7	Deng, Huang, Wan, Xue, Wen, Liu, Chen, Lei y Zhang, 2020
Aguas residuales de la minera Huanuni, Holanda	-	200	90	10	Kyaw, Myint, Al-Harhi y Al-Abri, 2020
Aguas residuales de Uru Uru, Estados Unidos	Marrón oscuro	15,96	13,23	9	Tolga Depci, Ali Riza Kul y Yunus Önal, 2012
Aguas residuales del Río Salween, Inglaterra	-	250	150	5.4	Maryam, Mehdi, Shabnam, Majdeh y Kermani, 2008
Aguas residuales del Río Danubio, Holanda	Marrón oscuro	100	90	7.5	Madhava, Chandra, Sessaiah, Choudary y Wang, 2008
Aguas residuales del Río Grande, Estados Unidos	Marrón oscuro	70	110	6	Bumanis, Novais, Carvalheiras, Bajare y Labrincha, 2019
Aguas residuales, Italia	-	236	-	5.9	Youhua, Wang, Kang, Chen, 2020

Aguas residuales, Brasil	Marrón oscuro	160	-	7.4	Zhang, Song, Zhang, Kong, 2020
Aguas residuales. Bélgica	Marrón oscuro	-	189	5.9	Tuomikoski, Kupila, Romar, 2019
Aguas residuales, Estados Unidos	-	300	-	9	Juniar, Fathira, Mulyati, 2020
Aguas residuales, Brasil	Marrón oscuro	251	-	8.2	Biswas, Siddiqi, Sen, 2019
Aguas residuales, Chile	-	283	-	6.3	Murat, Suat, Selhan, 2013
Aguas residuales, India	Marrón oscuro	90	-	7	Ubuza, Palcon, Charie, Tolentino, 2019
Aguas residuales, China	-	126	82.6	7.4	Ghadimi, Hajati, Sabzian, 2018
Aguas residuales, Haití	Marrón oscuro	92.2	-	5.8	Tsedenbai, Kim, Lee, 2017
Aguas residuales, Estados Unidos	-	-	84	6	Dhouibi y Binous, 2020
Aguas residuales, Haití	Marrón oscuro	99.2	-	8	Kecira, Benturki, Daoud, 2020
Aguas residuales, China	Marrón oscuro	145	-	5.9	Huang, Chen, Gao, 2019
Aguas residuales, Haití	-	135	-	6	Shaik, 2020

Aguas residuales, China	Marrón oscuro	82.0	-		Khan, Wani, Majid, Humeera, Fajroo, Reshi, Husaini, Amjad, Shah, Manzoor, 2020
Aguas residuales, Estados Unidos	Marrón oscuro	-	93		Tamjidi, Ameri, 2020
Aguas residuales, China	Marrón oscuro	86	-		Surchi, Kafia 2011
Aguas residuales, Italia	Marrón oscuro	82.1	-		Bayuo, Abukari, Abdullai, Kenneth, 2020
Aguas residuales, China	-	272	-	7	Wang, Xu, Liu, Sheng, 2020
Aguas residuales, China	Marrón oscuro	250	-	6.5	Guo, Zhang, Kang, Liu, 2017
Aguas residuales, India	Marrón oscuro	150	-	7.6	Thompson, Agu, Ndukwe, Christian, Asadu, 2020
Aguas residuales, China	-	315	-	6	Wang, Zheng, Li, Hu, Lu, Luo, Yan, 2019

En la Tabla 4, se observó que las muestras obtenidas en las investigaciones fueron procedentes de aguas residuales de ríos, de las cuales, solo diecisiete describieron el color teniendo como resultado marrón oscuro, también demuestran los valores de concentración inicial de Pb y Zn, y pH. La mayor concentración de Pb se ve reflejada en la investigación de Juniar, Fathira, Mulyati (2020) siendo 300 mg/L, y la mayor concentración de Zn se observó en la de Tuomikoski, Kupila, Romar (2019) con 189mg/L, la última tuvo un pH de 9 considerando las aguas residuales del estudio altamente ácidas.

Tabla 5. Características físicas de las biomasas

Biomasa	Masa (g)	Autor(es) del estudio
Cáscaras guisantes	100	Novoseltseva, Yankovych, Kovalenko, Vaclavikova y Melnyk, 2020
Esquimos de palta	250	Deng, Huang, Wan, Xue, Wen, Liu, Chen, Lei y Zhang, 2020
Tela de carbón activado	90	Kyaw, Myint, Al-Harhi y Al-Abri, 2020
Pulpa de manzana	170	Tolga Depci, Ali Riza Kul y Yunus Önal, 2012
Cáscaras de nuez	65	Maryam, Mehdi, Shabnam, Majdeh y Kermani, 2008
Cáscaras de ceiba pentandra	120	Madhava, Chandra, Seshaiyah, Choudary y Wang, 2008
Cáscaras coco, naranja	80	Bumanis, Novais, Carvalheiras, Bajare y Labrincha, 2019
Conchas de Camellia	200	Youhua, Wang, Kang, Chen, 2020
Cáscara de arroz y de soja	60	Zhang, Song, Zhang, Kong, 2020
Aserrín	55.6	Tuomikoski, Kupila, Romar, 2019
Cáscara de café	40	Juniar, Fathira, Mulyati, 2020
Piña de pino	150	Biswas, Siddiqi, Sen, 2019
Residuos de aceite vegetal	36.5	Murat, Suat, Selhan, 2013
Cáscara de huevo	70	Ubuza, Palcon, Charie, Tolentino, 2019
Cáscara de lenteja de agua	190	Ghadimi, Hajati, Sabzian, 2018
Cáscara de avellana	90	Tsedenbai, Kim, Lee, 2017
Cáscara de limón	63	Dhouibi y Binous, 2020
Cáscara de naranja	30	Kecira, Benturki, Daoud, 2020
Cáscara de almendra	47	Huang, Chen, Gao, 2019
Huesos de albaricoque	84	Shaik, 2020
Cáscara de tomate	60	Khan, Wani, Majid, Humeera, Fajroo, Reshi, Husaini, Amjad, Shah, Manzoor, 2020
Cáscaras cítricas	55	Tamjidi, Ameri, 2020
Cáscara de plátano	70	Surchi, Kafia, 2011
Cáscara de manzana	78	Bayuo, Abukari, Abdullai, Kenneth, 2020
Paja de cultivo	92	Wang, Xu, Liu, Sheng, 2020
Ácido húmico	105	Guo, Zhang, Kang, Liu, 2017
Cáscara de yuca	100	Thompson, Agu, Ndukwe, Christian, Asadu, 2020
Lignina	150	Wang, Zheng, Li, Hu, Lu, Luo, Yan, 2019

En la Tabla 5, se observó las distintas biomasas que se utilizaron en cada estudio, así como también la masa que se utilizó en cada investigación para la elaboración de carbón activado para la remoción de Pb y Zn.

Tabla 6. Condiciones operacionales del carbón activado

pH óptimo	Concentración óptima (g)	Tiempo óptimo (min)	Autor(es) del estudio
6.5	0.2	30	Novoseltseva, Yankovych, Kovalenko, Vaclavikova y Melnyk, 2020
7	15.0	120	Deng, Huang, Wan, Xue, Wen, Liu, Chen, Lei y Zhang, 2020
8.5	0.30	3	Kyaw, Myint, Al-Harathi y Al-Abri, 2020
7.5	0.6	10	Tolga Depci, Ali Rıza Kul y Yunus Önal, 2012
9	0.25	100	Maryam, Mehdi, Shabnam, Majdeh y Kermani, 2008
6.5	10.0	70	Madhava, Chandra, Seshaiyah, Choudary y Wang, 2008
6	0.8	60	Bumanis, Novais, Carvalheiras, Bajare y Labrincha, 2019
5.9	16.0	50	Youhua, Wang, Kang, Chen, 2020
7.4	0.45	35	Zhang, Song, Zhang, Kong, 2020
5.9	40.0	14	Tuomikoski, Kupila, Romar, 2019
9	0.38	28	Juniar, Fathira, Mulyati, 2020
8.2	0.22	8	Biswas, Siddiqi, Sen, 2019
6.3	36.0	48	Murat, Suat, Selhan, 2013
7	0.44	66	Ubuza, Palcon, Charie, Tolentino, 2019
7.4	0.77	42	Ghadimi, Hajati, Sabzian, 2018
5.8	0.55	19	Tsedebai, Kim, Lee, 2017
6	0.18	38	Dhouibi y Binous, 2020
8	50.0	80	Kecira, Benturki, Daoud, 2020
5.9	10.5	77	Huang, Chen, Gao, 2019
6	0.6	40	Shaik, 2020
7	15	60	Khan, Wani, Majid, Humeera, Fajroo, Reshi, Husaini, Amjad, Shah, Manzoor, 2020
6.5	22.5	55	Tamjidi, Ameri, 2020
7.5	55.3	34	Surchi, Kafia 2011

6.3	60	80	Bayuo, Abukari, Abdullai, Kenneth, 2020
7	30.0	15	Wang, Xu, Liu, Sheng, 2020
6.5	55	20	Guo, Zhang, Kang, Liu, 2017
7.6	0.3	80	Thompson, Agu, Ndukwe, Christian, Asadu, 2020
6	0.85	30	Wang, Zheng, Li, Hu, Lu, Luo, Yan, 2019

Tabla 7. Porcentaje de remoción de plomo y zinc

Concentración inicial de plomo (Pb) mg/L	Concentración final de plomo (Pb) mg/L	Concentración inicial de zinc (Zn) mg/L	Concentración final de zinc (Zn) mg/L	Porcentaje de remoción de plomo (Pb) %	Porcentaje de remoción de zinc (Zn) %	Autor(es) del estudio
178	33.82	100	33.5	81	66.5	Novoseltseva, Yankovych, Kovalenko, Vaclavikova y Melnyk, 2020
190	68.4	120	6.4	64	90	Deng, Huang, Wan, Xue, Wen, Liu, Chen, Lei y Zhang, 2020
200	80	90	15.6	60	74.6	Kyaw, Myint, Al-Harhi y Al-Abri, 2020
15,96	7.18	13,23	3.64	55	72.5	Tolga Depci, Ali Riza Kul y Yunus Önal, 2012
250	55.25	150	30	77.9	85	Maryam, Mehdi, Shabnam, Majdeh y Kermani, 2008
100	14.7	90	36	85.3	60	Madhava, Chandra, Sessaiah, Choudary y Wang, 2008
70	28.77	110	24.2	58.9	78	Bumanis, Novais, Carvalheiras, Bajare y Labrincha, 2019
236	77	-	-	63	-	Youhua, Wang, Kang, Chen, 2020
160	45.6	-	-	70	-	Zhang, Song, Zhang, Kong, 2020
-	-	189	55.5	-	80	Tuomikoski, Kupila, Romar, 2019

300	85.4	-	-	57.8	-	Juniar, Fathira, Mulyati, 2020
251	63	-	-	45	-	Biswas, Siddiqi, Sen, 2019
283	55.8	-	-	73	-	Murat, Suat, Selhan, 2013
90	35.8	-	-	66	-	Ubuza, Palcon, Charie, Tolentino, 2019
126	76.1	82.6	59.2	50	49.5	Ghadimi, Hajati, Sabzian, 2018
92.2	38.6	-	-	66.8	-	Tsedenbai, Kim, Lee, 2017
-	-	84	40	-	82.12	Dhouibi y Binous, 2020
99.2	42.9	-	-	36.1	-	Kecira, Benturki, Daoud, 2020
145	68	-	-	73.6	-	Huang, Chen, Gao, 2019
135	40.8	-	-	57.4	-	Shaik, 2020
82.0	45.7	-	-	75	-	Khan, Wani, Majid, Humeera, Fajroo, Reshi, Husaini, Amjad, Shah, Manzoor, 2020
-	-	93	60	-	55	Tamjidi, Ameri, 2020
86	49	-	-	71	-	Surchi, Kafia 2011
82.1	53.5	-	-	26.7	-	Bayuo, Abukari, Abdullai, Kenneth, 2020

272	52.3	-	-	80.7	-	Wang, Xu, Liu, Sheng, 2020
250	60	-	-	76	-	Guo, Zhang, Kang, Liu, 2017
150	38.5	-	-	74.3	-	Thompson, Agu, Ndukwe, Christian, Asadu, 2020
315	69.8	-	-	77.8	-	Wang, Zheng, Li, Hu, Lu, Luo, Yan, 2019

En la Tabla 6 y 7 se mostraron las condiciones operacionales óptimas (pH, concentración y tiempo) y el porcentaje de remoción que se obtuvo en las investigaciones. La finalidad de estos estudios fue remover las concentraciones de plomo y zinc en aguas residuales, por lo cual se puede observar que Madhava et al. (2008) fue el que mayor porcentaje de remoción de Pb obtuvo, con un 85.3%, y las condiciones operacionales fueron: pH óptimo (6.5), concentración óptima (10g) y tiempo óptimo (70 min), a su vez se observa que este autor fue el que aplicó más concentración de biomasa, con respecto a los demás. Con respecto al Zn, el autor que más porcentaje de remoción obtuvo fue Deng et al. (2020) con un 90%, este trabajo con las siguientes condiciones operacionales: pH óptimo (7), concentración óptima (15.0 g) y tiempo óptimo (120 min), la concentración de la biomasa fue mucho menor que en el estudio de (Madhava et al. 2008).

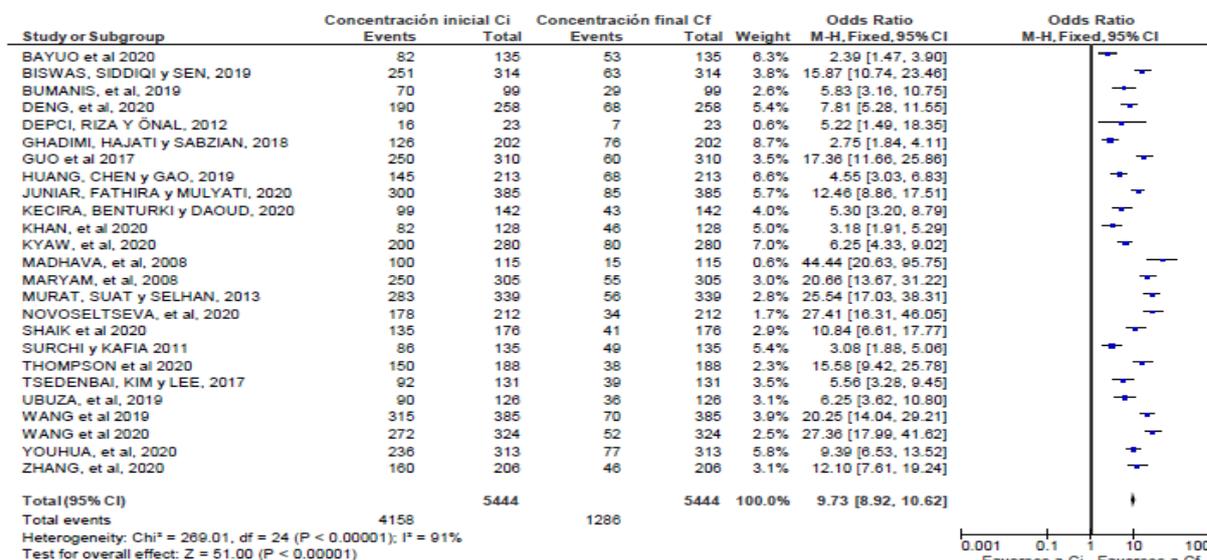
4.1. Gráficos RevMan: Metaanálisis

4.1.1. Porcentaje de remoción de Pb respecto a la concentración

Con respecto al porcentaje de remoción de Pb, se tomaron las concentraciones iniciales y finales de las diferentes investigaciones como eventos y el porcentaje de remoción (%) como total para evaluar si favorece al control o tratamiento que se estudia.

Teniendo en cuenta los resultados entre las concentraciones iniciales y finales con el porcentaje de remoción, se observa que la combinación favorece al tratamiento de la aplicación de carbón activado de diferentes biomásas, ya que el Odds Ratio es mayor que 1 indica que el tratamiento si absorbe Pb por tanto es una alternativa eficiente, este se tiene en cuenta gracias a los intervalos de confianza. Las investigaciones incluidas demostraron una heterogeneidad estadística considerable ($I^2 = 91\%$; $p < 0.00001$). Así también los estudios demuestran tener resultados similares que permiten que se puedan combinar.

2.1 Porcentaje de remoción Plomo (Pb)



Risk of bias legend

- (A) Random sequence generation (selection bias)
- (B) Allocation concealment (selection bias)
- (C) Blinding of participants and personnel (performance bias)
- (D) Blinding of outcome assessment (detection bias)
- (E) Incomplete outcome data (attrition bias)
- (F) Selective reporting (reporting bias)
- (G) Other bias

Figura 5. Metaanálisis del porcentaje de remoción de Pb respecto a la concentración

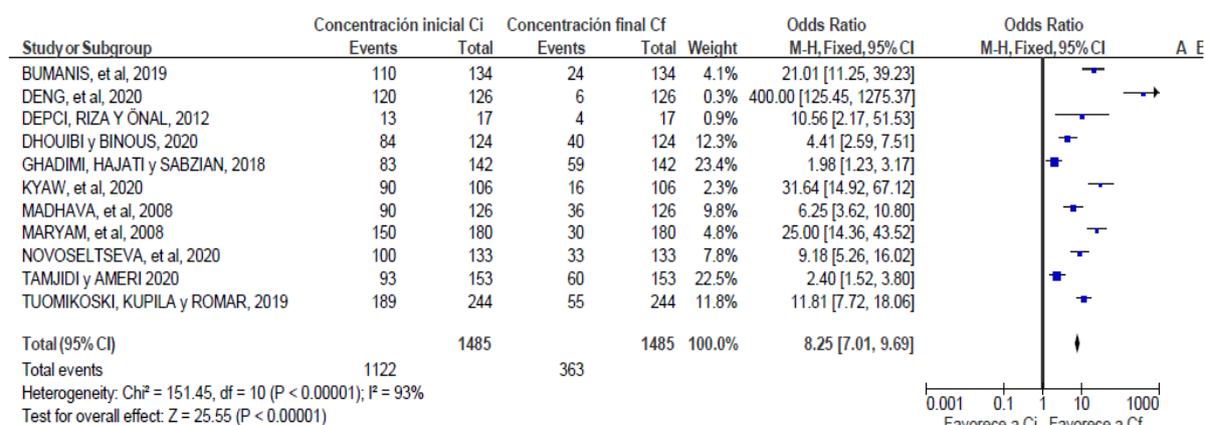
4.1.2 Porcentaje de remoción de Zn respecto a la concentración

En la Figura 6 se evidencia el porcentaje de remoción de Zn, tomando las concentraciones iniciales y finales de las diferentes investigaciones como eventos y el porcentaje de remoción (%) con la finalidad de evaluar si favorece al control o tratamiento que se estudia en la investigación.

Teniendo en cuenta los resultados entre las concentraciones iniciales y finales con el porcentaje de remoción, se observa que la combinación favorece al tratamiento de la aplicación de carbón activado de diferentes biomásas, ya que el Odds Ratio es mayor que 1 indica que el tratamiento si absorbe Zn, también se utilizó Forest Plot que sirve para la presentación de los datos de estudios seleccionados. Las investigaciones incluidas demostraron una heterogeneidad estadística considerable ($I^2 = 93\%$; $p < 0.00001$), es decir que los valores introducidos al programa han sido de manera correcta.

1 Remoción de Zinc (%)

1.1 Porcentaje de remoción de Zinc



Risk of bias legend

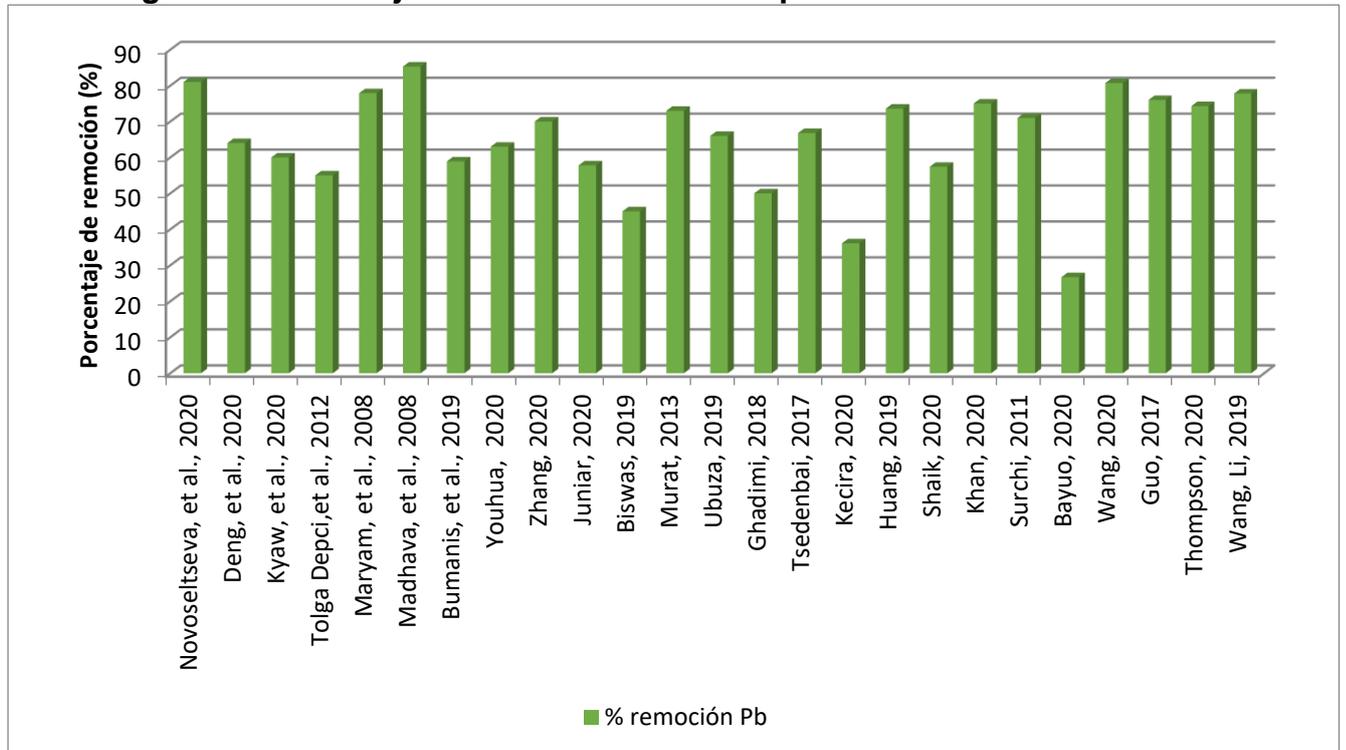
- (A) Random sequence generation (selection bias)
- (B) Allocation concealment (selection bias)
- (C) Blinding of participants and personnel (performance bias)
- (D) Blinding of outcome assessment (detection bias)
- (E) Incomplete outcome data (attrition bias)
- (F) Selective reporting (reporting bias)
- (G) Other bias

Figura 6. Metaanálisis del porcentaje de remoción de Zn respecto a la concentración

4.2. Interpretación de gráficos en Excel

En la Figura 7 se observa la remoción de Pb que se obtuvo en cada estudio, después de la aplicación del carbón activado.

Figura 7. Porcentaje de remoción de Pb al aplicar el carbón activado



La Figura 7 mostró los resultados obtenidos en las investigaciones, se puede observar que en los estudios de NOVOSELTSEVA y MADHAVA hubo mayor porcentaje de remoción de Pb con un 81% y 85,3% respectivamente.

En la Figura 8 se observa la remoción de Zn que se obtuvo en cada estudio, después de la aplicación del carbón activado.

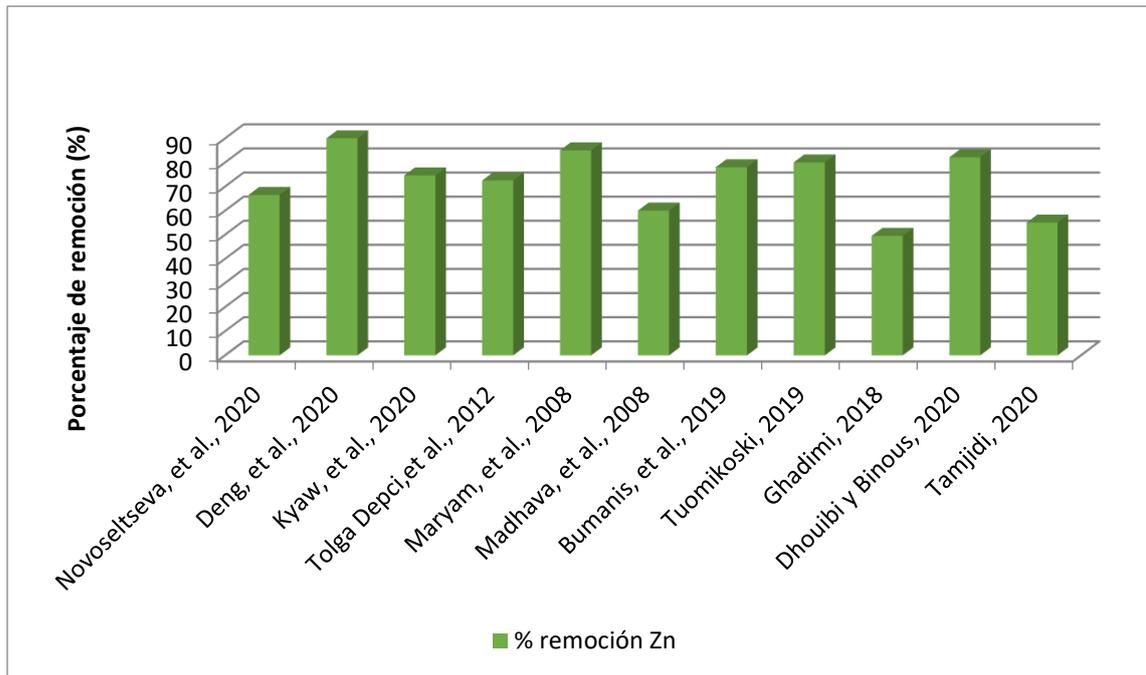


Figura 8. Porcentaje de remoción de Zn al aplicar el carbón activado

La Figura 8 mostró los resultados obtenidos en las investigaciones, se puede observar que en los estudios de DENG y MARYAM hubo mayor porcentaje de remoción de Zn con un 90% y 85% respectivamente.

En la Figura 9 se muestra las biomásas utilizadas en cada investigación para la elaboración del carbón activado y la eficiencia con respecto al porcentaje de remoción de Pb, que se obtuvo en cada una.

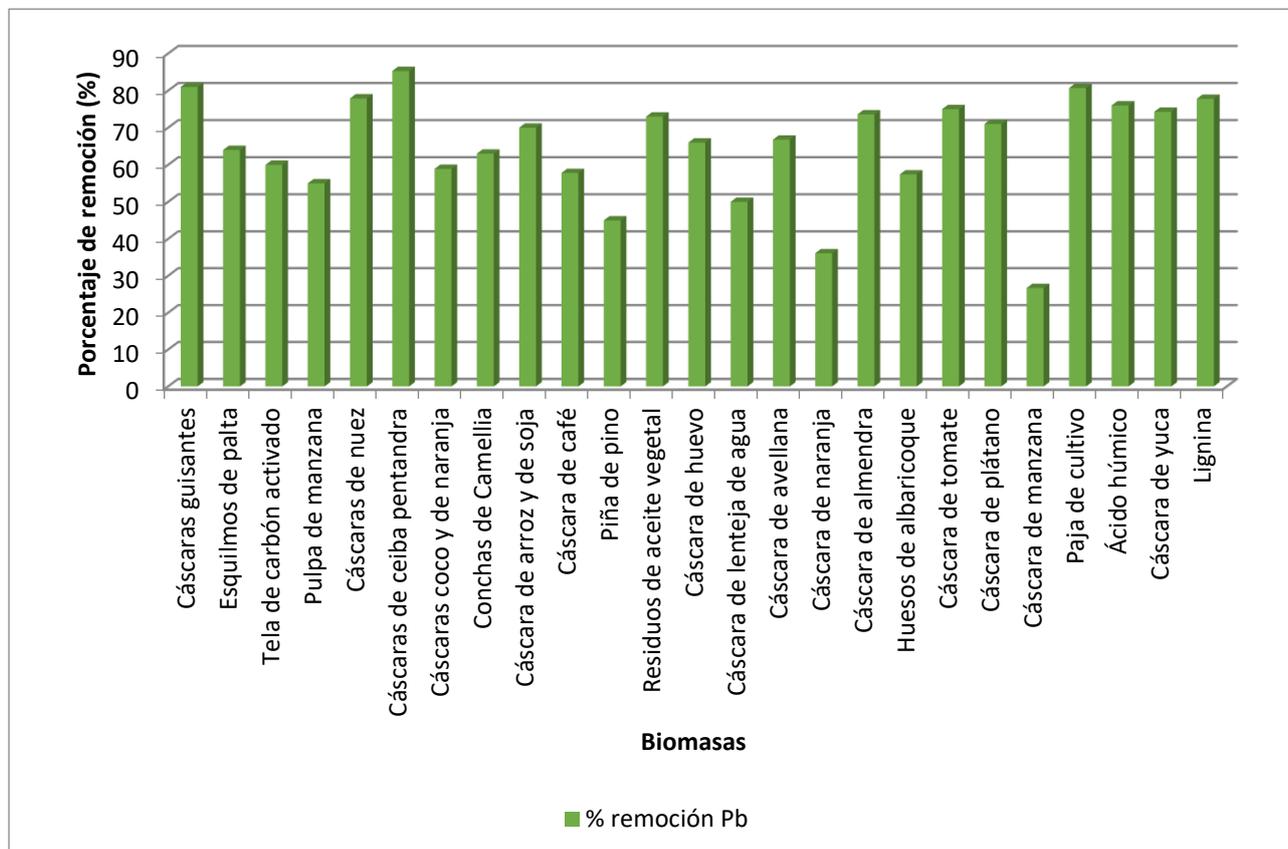


Figura 9. Eficiencia de las biomásas para la remoción de Pb

En la Figura 9 se observó las biomásas que se aplicaron para la elaboración del carbón activado en cada investigación, De todas las mencionadas y observadas, las más eficientes para la elaboración del carbón activado y remoción de Pb fueron las cáscaras de ceiba con un 85,3 % y las cáscaras de guisantes con un 81% de remoción.

En la Figura 10 se muestra las biomásas utilizadas en las investigaciones

para la elaboración del carbón activado y la eficiencia con respecto al porcentaje de remoción de Zn, que se obtuvo en cada una.

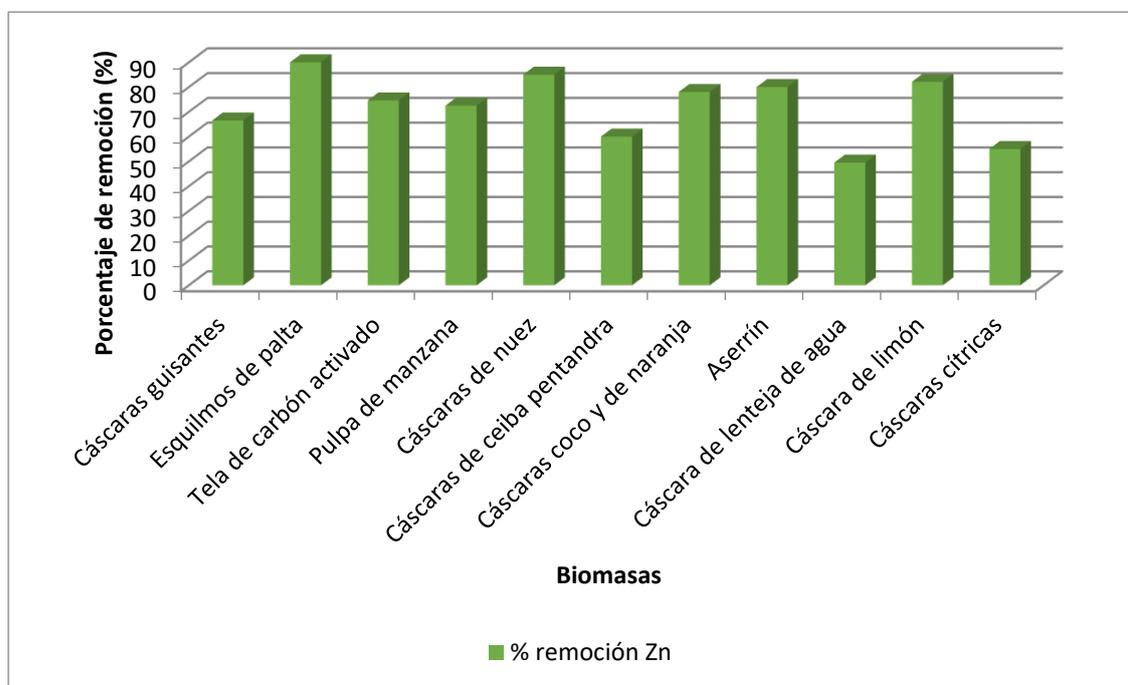


Figura 10. Eficiencia de las biomosas para la remoción de Zn

En la Figura 10 se observó las biomosas que se aplicaron para la elaboración del carbón activado las investigaciones, De todas las mencionadas y observadas en la figura 8, las más eficientes para la elaboración del carbón activado y remoción de Zn fueron los esquilmos de palta con un 90 % y las cáscaras de nuez con un 85% de remoción.

V. DISCUSIÓN

En la investigación se logró comparar los resultados del porcentaje de remoción de Pb y Zn mediante la aplicación de carbón activado generado por biomásas, teniendo en cuenta las condiciones operacionales, las características físicas y la biomasa más eficiente para la elaboración del carbón.

En la presente investigación se evidenció que el carbón activado elaborado a base de diferentes biomásas residuales fue eficiente, obteniéndose valores de un 85% para Pb y 90% para Zn. Por su parte, Deng, et al. (2020) realizaron un diseño de biocarbón obtenido por esquilmos de palta con mayor área de superficie y mayor eficiencia de eliminación de elementos potencialmente tóxicos, utilizando la metodología de carbonización hidrotermal, teniendo como remoción de Pb y Zn en 64% y 90%. En similitud con la investigación, Madhava, et al. (2008) trabajaron con cáscaras de ceiba pentandra, la cual removió 85.3% y 60% de Pb y Zn. Del mismo modo, Kyaw, et al. (2020) estudiaron el efecto de la modificación de la superficie del carbón activado sobre la eficiencia de eliminación de iones de Pb y Zn en aguas residuales, lo que resulta que durante el proceso de electrosorción se mejoró al 60% y 74.6% de Pb y Zn. Además, Tolga, et al. (2012) estudiaron una técnica de adsorción por carbón activado, las capacidades de adsorción de metales pesados disminuyen en el orden de Pb y Zn de 55% y 72.5%.

En paralelo, Dhouibi y Binous (2020) utilizaron como método de adsorción el carbón activado, para su elaboración se utilizó la cáscara de limón obteniendo un 82.12% de remoción de Zn. Ubuza, et al. (2019) utilizaron la lenteja de agua como carbón activado para el tratamiento de aguas contaminadas con plomo, en el estudio se evaluaron las características fisicoquímicas teniendo 7 como pH y 90% de remoción para Pb, las diferentes biomásas residuales fueron efectivas para remover metales pesados en aguas residuales.

Shaik (2020), utilizó huesos de albaricoque reaprovechándolo para preparar biocarbón y lograr disminuir Pb de las aguas residuales, los resultados mostraron la capacidad máxima de adsorción con un 57.4 % de remoción. Por último, Huang, Chen, Gao (2019) en su estudio proponen reutilizar productos como la cáscara de almendra que en general han quedado sin explotar para eliminar los metales pesados de las aguas residuales, la ventaja de este biosorbente es su alta capacidad de adsorción teniendo 73.6% de remoción. El carbón activado elaborado por diferentes biomásas residuales se considera eficiente ya que se obtuvieron como resultados porcentajes de remoción mayores a 50%.

Para la elaboración del carbón activado se tuvo en cuenta las siguientes condiciones operacionales: pH, concentración y el tiempo, para Novoseltseva, et al. (2020) quienes utilizaron 100g de cáscaras de guisantes para la elaboración de carbón activado, trabajaron con: pH 6.5, concentración 0.2g y el tiempo 30 min, las aguas residuales tuvieron concentraciones iniciales de 178 y 100 mg/L de Pb y Zn, después de la aplicación de carbón activado se obtuvo un porcentaje de remoción de 81% y 66,5% de plomo y zinc respectivamente. Asimismo, Maryam, et al. (2008) utilizó 65g de cáscaras de nuez para elaborar carbón activado, este presentó ciertas condiciones operacionales, tales como: pH (6-10), concentración (0.1g) y tiempo (100min), el porcentaje de remoción fue 77.9% y 85% de Pb y Zn. Por otro lado, Bumanis, et al. (2019) elaboraron carbón activado con 80g de cáscara de naranja y coco para la remoción iones de metal en aguas residuales, lograron remover 58.9% de Pb y 78% de Zn, en un tiempo de 60 min y con un pH de 6. En el mismo contexto, Erdem et al. (2013) estudiaron la eliminación de iones de Pb generando carbón activado de los residuos del aceite de soja, se investigaron los efectos de varios parámetros como el pH (6.3), el tiempo de contacto (48 min) Y la concentración inicial de iones de plomo (II) (128 mg/L), el proceso de adsorción se llevó a cabo con éxito, obteniendo un 73% de remoción.

Surchi, Kafia (2011), estudiaron la eliminación de Pb a partir de una solución acuosa simulada utilizando carbón activado de residuos de cáscara de

plátano, y sus mejores resultados fueron con pH (2,0–6,0), la cantidad de adsorbente (0,1–5,0 g), los tiempos de contacto (1–150 min). Similarmente, Tuomikoski et al. (2019) utilizaron la técnica de absorción a través de carbón activado, generado con 55.6g de aserrín, el estudio se llevó a cabo en función al pH (6), la concentración de iones metálicos de la solución, la dosis de adsorbente (40 g) y el tiempo (14 min). Finalmente, Wang et al. (2019) estudiaron las características del carbón elaborado a base de lignina con estructura en capas similar al grafeno (LPC), el cual se aplica con éxito para eliminar de manera eficiente Pb, se investigó a detalle la influencia del pH (6), la concentración de adsorbente (0.85 g) y el tiempo (30 min), por lo que se concluyó que el estudio muestra una estrategia sostenible para el diseño de material de carbono poroso a partir de biomasa natural.

En la investigación se analizó las características físicas que tuvieron las biomásas residuales para la elaboración del carbón activado, para ello se tomó en cuenta la masa de cada una de ellas y se evidenció que el biocarbón elaborado tuvo una alta capacidad de adsorción de Pb y Zn. Del mismo modo, Juniar et al. (2020) estudiaron la aplicación de carbón activado elaborado con 40g de cáscara de café para la remoción de Pb en aguas residuales, mostrando así un método eficiente.

Además, Thompson, Ndukwe y Asadu, (2020) elaboraron carbón activado utilizando 100g de cáscara de yuca, el estudio reveló que el espacio del poro aumenta significativamente después de la activación química, la adsorción de Pb fue rápida y mostró un alto rendimiento. Así también, Biswas et al. (2020) elaboraron carbón activado de piña de pino, utilizando 150g de dicha biomasa lograron obtener un buen porcentaje de remoción de Zn. Así mismo Tamjidi, Ameri, (2020) estudiaron el comportamiento del carbón activado producido a partir de 55g de cáscaras cítricas como adsorbente bioderivado disponible en la eliminación de Zn (II) en aguas contaminadas. De la misma manera Bayuo, Abukari, Abdullai, Kenneth, (2020) estudiaron la remoción de iones Pb (II) a través de la elaboración de carbón activado de 78g de cáscara de manzana, en este caso el porcentaje de remoción fue menor, esto evidencia que, para la elaboración del CA, se debe tener en cuenta la cantidad correcta de biomasa.

Los resultados de la búsqueda de información, evidenciaron que el tipo de biomasa más utilizada para la elaboración de carbón activado fue la biomasa natural, así lo demuestra en su investigación, Tsedenbai, Kim y Lee (2017) quienes elaboraron carbón activado a partir de la cáscara de avellana y resultó un tratamiento eficiente para la remoción de Pb. Así también, Kecira, Benturki y Daoud (2020) utilizaron la cáscara de naranja como carbón activado en polvo para eliminar Pb en aguas residuales, los resultados mostraron una buena capacidad de adsorción, por lo tanto, la cáscara de naranja es muy beneficiosa para el tratamiento. Por otro lado, Huang, Chen y Gao (2019) en su estudio proponen reutilizar productos como la cáscara de almendra que en general han quedado sin explotar para eliminar Pb de las aguas residuales, la ventaja de este biosorbente es su alta capacidad de adsorción.

Asimismo, Ghadimi, Hajati y Sabzian (2018) investigaron el potencial de la lenteja de agua como carbón activado en el tratamiento de aguas residuales contaminadas, esta biomasa se utilizó como bioacumulador de Zn y resultó ser muy eficiente. Además, Khan, Wani, Majid, et al. (2020) analizaron de forma detallada la cáscara de tomate para la elaboración de carbón activado y su eficiencia para la eliminación de plomo (II), esta demostró una excelente capacidad de adsorción. Del mismo modo, Tamjidi, Ameri (2020) estudiaron el comportamiento del carbón activado producido a partir de las cáscaras cítricas como adsorbente bioderivado disponible en la eliminación de Zn en aguas residuales. De esta manera se demuestra que la biomasa natural es la más utilizada y eficiente.

VI. CONCLUSIONES

Los estudios incluidos en esta investigación revelaron que el carbón activado elaborado a partir de biomasa residual es eficiente para remover iones de Pb y

Zn en aguas residuales. Los resultados más relevantes que fueron encontrados son:

1. Se determinó que el carbón activado consigue una mejor remoción de Pb y zn cuando cumple condiciones operacionales favorables, tales como pH (6.5), concentración (10.0 mg/L) y tiempo (70 min) para remover Pb y para Zn pH (7), concentración (15.0 mg/L) y tiempo (120 min).
2. Se identificó las características físicas que presentaron las biomazas residuales para realizar el carbón activado, se obtuvo como resultados que, para remover Pb se utilizó 120 g/L de ceiba pentandra y para Zn se utilizó 250 g/L de esquilmos de palta.
3. Se evidenció que la biomasa residual es la más usada para la elaboración de carbón activado, así como también las más eficientes para la remoción de Pb y Zn, siendo la ceiba pentandra y los esquilmos de palta las más utilizadas por su alto porcentaje de remoción.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar más investigaciones científicas acerca de la aplicación de carbón de diferentes biomazas residuales para remover otro tipo de

metales pesados (cadmio, mercurio, cobre) en aguas residuales. De esta manera, se podrá analizar que biomasa es óptima como carbón activado con un mayor porcentaje de remoción a menor tiempo.

- Trabajar con los datos de estudios y otros programas estadísticos para obtener diferentes resultados y utilizar una escala de calidad que mejor pueda adaptarse a la investigación de una revisión sistemática y meta-análisis.
- En las futuras investigaciones tener en cuenta las características operacionales óptimas del carbón activado para una mayor eficiencia de remoción de metales pesados
- Realizar comparaciones entre las diferentes biomasas naturales con respecto a la elaboración de CA para una óptima remoción de metales pesados.

REFERENCIAS

ABU, Hasan, et al. A review of biological drinking water treatment technologies for contaminants removal from polluted water resources. 1 febrero 2020. DOI 10.1016/j.jclepro.2016.01.083. Disponible en:

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=3-s4.0>

ABBASZADEH, Samuel, et al. Treatment of lead-contaminated water using activated carbon adsorbent from locally available papaya peel biowaste. *Journal of Cleaner Production*, vol. 118, 2016. pp. 210-222. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2016.01.054. Disponible en:

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=1-s1.0>

ABATAN, Oracio, et al. Production of activated carbon from African star apple seed husks, oil seed and whole seed for wastewater treatment. *Journal of Cleaner Production*, vol. 232, 2019. pp. 441-450. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.05.378. Disponible en:

<https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S331789326221621X?>

via%4Dihub

ABDOLALI, Angel, et al. Application of a breakthrough biosorbent for removing heavy metals from synthetic and real wastewaters in a lab-scale continuous fixed-bed column. *Bioresource Technology*, vol. 229, 2017. pp. 78-87. ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2017.01.016. Disponible en:

<https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S211589336531619>.

ADIGUN, Oninla, et al. Application of sugarcane leaves as biomass in the removal of cadmium(II), lead(II) and zinc(II) ions from polluted water. *International Journal of Energy and Water Resources* [en línea], vol. 3, 2019. pp. 141-152. [Consulta: 28 noviembre 2020]. ISSN 2538-3604. DOI: 10.1007/s42108-019-00024-w. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s42108-019-00024-w>.

AJIBOYE, Odicio, et al. Simultaneous removal of organics and heavy metals from industrial wastewater: A review. 1 enero 2021. S.I.: Elsevier Ltd. Disponible en:

<https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001589128941600>.

AMUDA, Bello, et al. Removal of heavy metal from industrial wastewater using modified activated coconut shell carbon. *Biochemical Engineering Journal*, vol. 36, 2017. pp. 174-181. ISSN 1369703X. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=4-s4.0>

ANIRUDHAN, Sreekumari, et al. Adsorptive removal of heavy metal ions from industrial effluents using activated carbon derived from waste coconut buttons. *Journal of Environmental Sciences*, vol. 23, 2011. pp. 1989-1998. ISSN 10010742. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0>

Análisis de una revisión sistemática y de contenido. Dos metodologías complementarias para el análisis de la revista colombiana educación y cultura. [en línea], [2019]. S.l.: [Consulta: 15 septiembre 2020]. Disponible en: <http://fecode.edu.co/index.php/es/home-es-es/24-revista-educacion-y-cultura>.

ARIAS, Guadalupe, et al. Investigation methodology. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 500, 2017. pp. 1506 – 1730. ISSN 15338677. Disponible en: <https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S012089396903455X?via%4Dihub>.

BHATNAGAR, Milek, et al. *Agricultural waste peels as versatile biomass for water purification - A review*. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 721, 2015. pp. 1721 – 1800. ISSN 18952044 S.l.: Elsevier. Disponible en: <https://sciencedirect.com/science/review/abs/pii/S901366347825321>.

BELAIRE, Catalina, et al. Laboratory análisis of heavy metals mercury and lead in wastewater. Tesis doctoral [en línea]. Universidad Nacional de España, 2010. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/11618/253357/Tesi%30Catalina.pdf?sequence=1>

BISWAS, Sen, et al. Preparation and Characterization of Raw and Inorganic Acid-Activated Pine Cone Biochar and Its Application in the Removal of Aqueous-Phase Pb²⁺ Metal Ions by Adsorption. *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 231, 2020. ISSN 15732932. DOI 10.1007/s11270-019-4375-7.

CERVANTES, Benjamin, et al. Remoción de metales pesados en aguas residuales y de río. Tesis doctoral [en línea]. Universidad Nacional de México, 2013. Disponible en:

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/29310/173468/Tesi%10Benjamin.pdf?sequence=1>

LÓPEZ, José, et al. Cultura del agua contaminada, calidad química y el problema de los contaminantes emergentes. *Revistas de ciencias ambientales*, vol. 20, 2013. pp. 1376-2015. ISSN 17727432. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=9-s9.0>

TEJADA, Tovar, et al. Removal of lead using residual biomass of orange peel and corncob. *Journal of Cleaner Production*, vol. 166, 2018. pp. 300-500. ISSN 08639128. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.05.654. Disponible en:

<https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S582034701241941X?via%4Dihub>

CORDA, Niki, et al. Recent studies in adsorption of Pb(II), Zn(II) and Co(II) using conventional and modified materials: a review [en línea]. 12 octubre 2020. S.l.: Taylor and Francis Inc. [Consulta: 28 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01496395.2019.1652651>.

DE GISI, Sol, et al. Characteristics and adsorption capacities of low-cost sorbents for wastewater treatment - A review. 1 septiembre 2016. S.l.: Elsevier B.V.

Disponible en:

<https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S441789393264821X?via%4Dihub>

DE QUÍMICA, Carlos, et al. Biosorción de plomo (II) por cáscara de naranja (*citrus cinensis*) pretratada. Tesis doctoral [en línea]. Universidad Nacional Mayor De San Marcos, 2020. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/45713/280321/Tesi%15Carlos.pdf?sequence=1>

DOBROSZ y Gomez, et al. Optimization of the Cr(VI) adsorption process on bituminous activated carbon. *Informacion Tecnologica*, vol. 29, 2018. pp. 43-56. ISSN 07180764. DOI 10.4067/S0718-07642018000600043.

QADA, Allen, et al. Adsorption of Methylene Blue onto activated carbon produced from steam activated bituminous coal: A study of equilibrium adsorption isotherm. *Chemical Engineering Journal*, vol. 124, 2006. pp. 103-110. ISSN 13858947. DOI 10.1016/j.cej.2006.08.015.

PORRAS, Marcos, et al. 2019. Estadística inferencial. [en línea], [2017]. S.I.: [Consulta: 28 agosto 2020]. Disponible en: <http://fecode.edu.co/index.php/es/home-es-es/30-revista-educacion-y-cultura>.

ERDEM, Marcos, et al. Removal of lead (II) ions from aqueous solutions onto activated carbon derived from waste biomass. *The Scientific World Journal*, vol. 2013. ISSN 1537744X. DOI 10.1155/2013/146092.

FAN, Li, et al. Enhanced adsorption of Pb(II) by nitrogen and phosphorus co-doped biochar derived from *Camellia oleifera* shells. *Environmental Research*, vol. 191, 2020. pp. 110030. ISSN 10960953. DOI: 10.1016/j.envres.2020.110030.

CARDONA, Fernanda, et al. Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II) - 2020. Tesis doctoral [en línea]. Universidad Nacional Mayor De San Marcos, 2020. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/32844/193072/Tesi%10Fernanda.pdf?se>

quence=1

FERRE, Antony, et al. Biomass from agricultural crops: Renewable energy. S.I.: Universidad de Tarapaca. [Consulta: 19 septiembre 2020]. *Journal of Cleaner Production*, vol. 190, 2011. pp. 100-500. ISSN 08639128. DOI 10.1016/j.jclepro.2011.05.622. Disponible en:
[https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S724188201243298?](https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S724188201243298?via%4Dihub)
via%4Dihub

JÁUREGUI, Francisco, et al. Urbanizaciones sostenibles: descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales. Tesis doctoral [en línea]. Pontificia universidad católica del Perú, 2018. Disponible en:
[https://www.tdx.cat/bitstream/handle/18592/264391/Tesi%18Francisco.pdf?se](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/18592/264391/Tesi%18Francisco.pdf?sequence=1)
quence=1

GARCÍA, Juan, et al. Radiative balance and its impact on the thermal behavior in municipal dump: A case study in the city of Mexicali, B. C. Mexico. *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 28, 2012. pp. 109-117. ISSN 0188-4999. DOI 10.1016/j.envres.2012.140350.

GARCÍA, Nadia, et al. Generation of high-performance activated carbons for environmental applications. Tesis doctoral [en línea]. Universidad de Oviedo, 2018. Disponible en:
[https://www.tdx.cat/bitstream/handle/47643/392755/Tesi%13Nadia.pdf?seque](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/47643/392755/Tesi%13Nadia.pdf?sequence=1)
nce=1

GUERRERO, Luy, et al. Diseño y Experimentación de la Línea de Producción de una Planta Procesadora de Limones. *Revistas de ciencias ambientales*, vol. 10, 2016. pp. 1200-2018. ISSN 25615280. Disponible en:
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=10-s10.0>

GUO, Zhang, et al. Rapid and efficient removal of Pb(II) from aqueous solutions using biomass-derived activated carbon with humic acid in-situ modification. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 145, pp. 442-448. ISSN 10902414. DOI 10.1016/j.ecoenv.2017.07.061.

HERNÁNDEZ, Carlos, et al. Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias Métodos y técnicas de investigación social. [en línea]. S.l.: [Consulta: 30 septiembre 2020]. Disponible en: www.elosopanda.com.

ISIK, Gulsa, et al. Investigation of impregnated activated carbon properties used in hydrogen sulfide fine removal. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, vol. 33, 2016. pp. 1021-1030. ISSN 01046632. DOI 10.1590/0104-6632.20160334s20150164.

JUN, Parck, et al. Effective removal of Pb(ii) from synthetic wastewater using Ti3C2T: X MXene. *Environmental Science: Water Research and Technology* [en línea], vol. 6, 2020 pp. 173-180. [Consulta: 13 noviembre 2020]. ISSN 20531419. DOI 10.1039/c9ew00625g. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2020/ew/c9ew00625g>.

JUNIAR, Mariana, et al. Preparation and Characterization of Activated Carbon from Gayo Coffee Shell as an Adsorbent for Removal of Lead (Pb) in Liquid Waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. S.l.: Institute of Physics Publishing, DOI 10.1088/1757-899X/796/1/012050.

KARIIM, Abdulkareem, et al. Development and characterization of MWCNTs from activated carbon as adsorbent for metronidazole and levofloxacin sorption from pharmaceutical wastewater: Kinetics, isotherms and thermodynamic studies. *Scientific African*, vol. 7, 2020 pp. [Consulta: 10 marzo 2018]. ISSN 24682276. DOI 10.1016/j.sciaf.2019.e00242.

KRSTIĆ, Urošević, et al . A review on adsorbents for treatment of water and wastewaters containing copper ions. [Consulta: 31 de diciembre 2018]. S.l.: Elsevier B.V. Disponible en:
<https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S382554192077511?via%4Dihub>

LONDOÑO, Franco, et al. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, vol. 14, 2016. pp. 145. ISSN 1909-9959.

MARTÍNEZ DE YUSO, Ariza, et al. Development of activated carbons from lignocellulosic waste for the adsorption and recovery of toluene and N-hexane. Tesis doctoral [en línea]. Consejo Superior de Investigación Científica, 2020. Disponible en:
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/50011/286732/Tesi%19Ariza.pdf?sequence=1>

MANUAL DEL CARBÓN ACTIVO. [en línea]. S.l.: [Consulta: 3 mayo 2020]. Disponible en: www.aguapedia.net.

MORA, Hector, et al. *Carbón Activado. Estudio Preliminar situación en el Perú*. [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 13 diciembre 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/8071614/Carb%C3%B3n_Activado_Estudio_Preliminar_situaci%C3%B3n_en_el_Per%C3%BA.

MAHAMAD, Shaikh, et al. Adsorption of Pb(II) from wastewater by natural and synthetic adsorbents. *Review* [en línea], vol. 10, no. 5, pp. 6522-6539. [Consulta: 13 noviembre 2020]. DOI 10.33263/BRIAC105.65226539. Disponible en: <https://biointerfaceresearch.com/>.

JUAREZ, Alvaro, et al. Metales pesados y calidad del agua residual en relación con el riego agrícola. [en línea]. [consulta: 3 mayo 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/309769849_metales_pesados_y_calidad_del_agua_residual_en_relacion_con_el_riego_agricola.

MENG, Zhou, et al. Versatility of Carbon Enables All Carbon Based Perovskite Solar Cells to Achieve High Efficiency and High Stability. *Advanced Materials* [en línea], vol. 30, 2018. pp. 1706975. [Consulta: 3 mayo 2020]. ISSN 09359648. DOI 10.1002/adma.201706975. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/adma.201706975>.

MEOÑO, Jerson, et al. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*, vol. 2, 2015. pp. 9-25. ISSN 2311-7613. DOI 10.1020/adma.201508940. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1020/adma.201508940>.

Metaanálisis: fortalezas y debilidades. [Consulta: 9 octubre 2020]. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688042020080003000004.

MOHAMMAD, Razi, et al. Efficiency of activated carbon from palm kernel shell for treatment of greywater. *Arab Journal of Basic and Applied Sciences* [en línea], vol. 25, no. 3, pp. 103-110. [Consulta: 1 mayo 2020]. ISSN 2576-5299. DOI 10.1080/25765299.2018.1514142. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/25765299.2018.1514142>.

MORENO, Dominic, et al. Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral* [en línea], vol. 11, 2018. pp. 184-186. [Consulta: 9 octubre 2020]. ISSN 0719-0107. DOI 10.4067/s0719-01072018000300184. Disponible en: www.cochrane-handbook.org.

ODALIS DE LA GUARDIA, Luz, et al. Applications of zinc and its effect on the immune system. *Inmunología y Hemoterapia* [en línea]. S.l.: [Consulta: 3 mayo 2020]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu>.

OSPINA, Guarin, et al. Preparation and characterization of activated carbon

from castor de-oiled cake. *Tecno Lógicas*. [en línea], vol. 30, 2018. pp. 1706975. [Consulta: 3 mayo 2018]. ISSN 09359648. DOI 10.1002/adma.201832710.

Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/adma.201832710>.

PAULETTI, Mateo, et al. Estudios de obtención de pectina aplicando procesos de membrana damian *eliseo stechina*. Tesis doctoral [en línea]. Universidad Nacional del Litoral, 2018. Disponible en:

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/842001/561882/Tesi%17Mateo.pdf?sequence=1>

PEÑA, Giraldo, et al. Preparación de carbón activado a partir de cáscara de naranja por activación química: caracterización física y química. *Revista colombiana de química* [en línea], vol. 41, no. 2, pp. 311-323. [consulta: 7 julio 2020]. Issn 0120-2804. Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/view/39377>.

PEREZ, José, et al. Effect of 2- chloroethyl phosphoric acido in the chemical composition of manilkara saptillal fruit (loquat, variety tiberium) *Revista de la Facultad de Agronomía - Universidad del Zulia*, vol. 12, 2017. pp. 287-292. ISSN 0378-7818.

SAEIDI, Niavarini, et al. High surface area and mesoporous graphene/activated carbon composite for adsorption of Pb (II) from wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 3, 2015. pp. 2697- 2706. ISSN 22133437.

SAJJADI, Andrew, et al. A novel route for preparation of chemically activated carbon from pistachio wood for highly efficient Pb(II) sorption. *Journal of Environmental Management*, vol. 236, 2019. pp. 34-44. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2019.01.087.

SEMERJIAN, Lua, et al. Removal of heavy metals (Cu, Pb) from aqueous

solutions using pine (*Pinus halepensis*) sawdust: Equilibrium, kinetic, and thermodynamic studies. *Environmental Technology and Innovation*, vol. 12, pp. 91-103. ISSN 23521864. DOI 10.1016/j.eti.2018.08.005.

SINGH, Mohanty, et al. Studies on the removal of Pb(II) from wastewater by activated carbon developed from Tamarind wood activated with sulphuric acid. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 153, 2018. pp. 221-228. ISSN 03043894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2007.08.043.

SOUSA, Amelia, et al. Diseños de investigación cuantitativa. [en línea]. S.l.: [Consulta: 5 mayo 2020]. Disponible en: www.eerp.usp.br/rlae.

TEJADA, Oticio, et al. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *TecnoLógicas*, vol. 18, 2015. pp. 109. ISSN 0123-7799. DOI 10.22430/22565337.209.

THOMPSON, Carlos, et al. Application of activated biomass waste as an adsorbent for the removal of lead (II) ion from wastewater. *Emerging Contaminants*, vol. 6, 2020. pp. 259-267. ISSN 24056642. DOI 10.1016/j.emcon.2020.07.003.

TORRES, Martin, et al. Evaluation of turbidity and dissolved organic matter removal through double filtration technology with activated carbon. *DYNA (Colombia)*, vol. 85, 2018. pp. 234-239. ISSN 00127353. DOI 10.15446/dyna.v85n205.65488.

TUOMIKOSKI, Romar, et al. Zinc Adsorption by Activated Carbon Prepared from Lignocellulosic Waste Biomass. *Applied Sciences* [en línea], vol. 9, 2019. pp. 4583. [Consulta: 1 diciembre 2020]. ISSN 2076-3417. DOI 10.3390/app9214583. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/21/4583>.

Valderrama, Samuel. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta. Lima- Perú: Editorial San Marcos 2013.

VALLADARES, Valerio, et al. Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 16, 2017. pp. 55-73. ISSN 16923324. DOI 10.22395/rium.v16n31a3. Disponible en:
<https://sciendirect.com/science/revista/abs/pii/S002089313894673>.

VIZCAÍNO, Gonzalo, et al. Adsorción de plomo (II) en solución acuosa con tallos y hojas de *Eichhornia crassipes*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 20, 2017. ISSN 01234226. DOI 10.31910/rudca.v20.n2.2017.400. Disponible en:
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=7-s7.0>

WANG, Luo, et al. Biomass-derived porous carbon highly efficient for removal of Pb(II) and Cd(II). *Green Energy and Environment*, vol. 4, 2019. pp. 414-423. ISSN 24680257. DOI 10.1016/j.gee.2019.05.002. Disponible en:
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=5-s5.0>

WANG, Liu, et al. *Preparation of straw activated carbon and its application in wastewater treatment: A review*. 14 octubre 2020. S.I.: Elsevier Ltd. DOI 10.1002/adma.202018256.
Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/adma.202018256>.

XU, Lu, et al. Bioadsorption and biostabilization of cadmium by *Enterobacter cloacae* TU. *Chemosphere*, vol. 173, 2017. pp. 622-629. ISSN 18791298. DOI 10.1002/adma.201762819.
Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/adma.201762819>.

ZHANG, Y., SONG, X., ZHANG, P., GAO, H., OU, C. y KONG, X., 2020.

Production of activated carbons from four wastes via one-step activation and their applications in Pb^{2+} . Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=3-s3.0>

ANEXOS

Anexo 3. Matriz de operacionalización

Revisión sistemática y meta-análisis sobre la aplicación de carbón activado para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales						
VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	Aplicación del carbón activado de distintas biomosas	<p>El carbón activado es un producto de origen vegetal poroso, con la función de atrapar compuestos orgánicos presentes en un líquido o gas, por ello es considerado un absorbente universal y ha sido utilizado para controlar la contaminación en medios acuosos y también como purificante, el cual puede ser generado con residuos vegetales que serán las biomosas. (Meng et al. 2018).</p>	<p>El informe de investigación se realizó mediante una revisión sistemática meta-análisis donde las investigaciones detallan las características físicas de las biomosas y las características físicas y químicas del carbón activado.</p>	Características físicas de las biomosas	Tamaño	cm
					Masa/volumen	g/l
				Características físicas y químicas del carbón activado	Porosidad	g/cm ³
					Área superficial	m ² /g
					Capacidad de adsorción	%
					Estabilidad química	-
					Resistencia térmica	m ² .K/V
					Conductividad eléctrica	uS/cm

VARIABLE DEPENDIENTE	Remoción de plomo y zinc en aguas residuales	<p>Los usos del carbón activado han sido ampliamente investigados en proyectos de mejora en el abastecimiento y tratamiento de aguas, con resultados eficientes (Bastidas, Buelvas, Márquez y Rodríguez, 2010; Báez, 2015; Arana, 2016; Bañón, 2017)</p>	<p>Para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales se tuvo en cuenta el pH óptimo, concentración óptima y tiempo óptimo</p> $\%R = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100$ <p>Donde: %R: Porcentaje de remoción C_i: Concentración inicial C_f: Concentración final</p>	pH óptimo	2, 3,4, 5, 6, 7 y 8	1-14
				Concentración óptima	20; 30; 40; 50; 60; 70 y 80	mg/L
				Tiempo óptimo	15,30,45,60,90,120 y 180	min

Estudios	Newcastle-Ottawa modificada				Datos específicos	
	Selección		Resultado		Toxicidad	Seguimiento
	Representatividad	Exposición	Porcentaje de remoción	Periodo de aplicación		
Novoseltseva, et al., 2020	SI	NO	SI	SI	NO	SI
Deng, et al., 2020	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Kyaw, et al., 2020	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Tolga Depci, et al.,2012	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Maryam, et al., 2008	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Madhava, et al., 2008	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Bumanis, et al.,2019	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Youhua, et al., 2020	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Zhang, et al., 2020	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Tuomikoski, Kupila, Romar, 2019	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Juniar, Fathira, Mulyati, 2020	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Biswas, Siddiqi, Sen, 2019	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Murat, Suat, Selhan, 2013	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Ubuza, et al., 2019	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Ghadimi, Hajati, Sabzian, 2018	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Tsedenbai, Kim, Lee, 2017	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Dhouibi y Binous, 2020	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Kecira, Benturki, Daoud, 2020	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Huang, Chen, Gao,	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Shaik, 2020	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Anexo 10. Escala de evaluación de Newcastle-Ottawa (modificada)

Representatividad: manifiesta si la muestra representa verdaderamente a las aguas residuales contaminadas con plomo y zinc, **Exposición:** evalúa si las características fisicoquímicas de las aguas residuales (concentración de plomo, concentración de zinc, pH y color) fueron descritas, **Porcentaje de remoción:** indica si la concentración inicial de plomo y zinc disminuye después de la aplicación del carbón activado, **Periodo de aplicación:** indica el tiempo en el cual el carbón activado logra remover el porcentaje de plomo y zinc, **Toxicidad:** indica si es estudio da a conocer el nivel de toxicidad de las aguas residuales, **Seguimiento:** indica si en el estudio se realiza una evaluación pre y post aplicación del carbón activado.

Escala de evaluación de Newcastle-Ottawa (modificada)

ESTUDIOS DE COHORTE (conjunto de sujetos que comparten una característica definitoria)

Nota: Un estudio puede recibir un máximo de una estrella por cada elemento numerado dentro de las categorías: selección y resultado. Se puede dar un máximo de dos estrellas para la comparabilidad.

Selección:

- 1) Representatividad de la cohorte expuesta
 - a) Verdaderamente representativo a la media de Pb y Zn presente en aguas residuales. (Concentración) (★)
 - b) Algo representativo a la media de Pb y Zn presente en aguas residuales. (Concentración) (★)
 - c) Mínima concentración de Pb y Zn en aguas residuales.
 - d) Sin descripción de la derivación para la cohorte.

- 2) Selección de la cohorte no expuesta
 - a) Extraído del efluente final contaminado con Pb y Zn. (★)
 - b) Sin descripción de la derivación de la cohorte no expuesta.

- 3) Verificación de la exposición
 - a) Análisis de laboratorio de las aguas residuales contaminadas con Pb Y Zn.
 - b) Registro de las características fisicoquímicas de las aguas residuales contaminadas con Pb y Zn. (★)
 - c) Autoinforme escrito (Fichas de registro)
 - d) Sin descripción

- 4) Demostración de que el resultado de interés estaba presente en el estudio
 - a) Sí (★)
 - b) No

Comparabilidad:

- 1) Comparabilidad de cohortes en función de diseño o análisis
 - a) Controles de estudio para edad, sexo y estatus marital (★)
 - b) Controles de estudio para otros factores (listar) (★)
 - c) Las cohortes no son comparables en función del diseño y análisis controlado por factores de confusión

Resultado

- 1) Evaluación del resultado
 - a) Evaluación del % de remoción de Pb Y Zn (★)
 - b) Tabla comparativa de la concentración inicia y final de Pb y Zn (★)
 - c) Autoinforme escrito (Fichas de registro)
 - d) Sin descripción

- 2) El seguimiento se hizo el tiempo suficiente para que se produjeran resultados
 - a) Sí (pre y post aplicación del carbón activado) (★)
 - b) No

- 3) Adecuación del seguimiento de cohortes
 - a) Seguimiento completo – (evaluación de las aguas residuales pre y post aplicación del carbón activado para la remoción de Pb y Zn) (★)
 - b) Seguimiento intermedio – (mención de % de remoción de Pb y Zn tras la aplicación del carbón activado) (★)
 - c) Seguimiento bajo (no menciona la concentración inicial de Pb y Zn para el tratamiento)
 - d) Sin declaración

Umbral para convertir las escalas Newcastle-Ottawa a los estándares AHQR (bueno, aceptable y malo):

Buena calidad: 3 o 4 estrellas en el dominio de selección y 2 o 3 estrellas en el dominio de resultados.

Calidad aceptable: 2 estrellas en el dominio de selección y 2 o 3 estrellas en el dominio de resultados.

Mala calidad: 0 o 1 estrella en el dominio de selección o 0 o 1 estrella en el dominio de resultados.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Teología Mineral y Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características de los estudios incluidos en la revisión
 1.5. Autor(a) de Instrumento: Bellido Alvirre, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

81

90

Lima, 01 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
- 1.3 Especialidad o línea de Investigación: Teonología Mineral y Ambiental
- 1.4 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Características fisicoquímicas de las muestras de aguas residuales
- 1.5 Autor(a) de Instrumento: Bellido Alvirres, Karolína Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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

SI
-

los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Lima Norte**
 1.3 Especialidad o línea de Investigación: **Teología Mineral y Ambiental**
 1.4 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: **Características físicas de las biomacac**
 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Bellido Alvirres, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth**

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

81
-

los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
 1.2 Cargo e Institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Lima Norte**
 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Teología Mineral y Ambiental**
 1.4 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: **Biomásas apiladas para la elaboración del carbón activado**
 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Bellido Alvirre, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth**

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

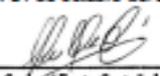
SI
-

los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
- 1.3 Especialidad o línea de Investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Condiciones operacionales del carbón activado
- 1.5 Autor(a) de Instrumento: Bellido Alvires, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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:

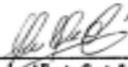
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Porcentaje de remoción de plomo y zinc
- 1.5 Autor(a) de instrumento: Bellido Alvirres, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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%

Lima, 01 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente/UCV Lima Norte
 1.3. Especialidad o línea de Investigación: Ingeniería Química y Ambiental
 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Características de los estudios Inoluidos en la revisión
 1.5. Autor(a) de Instrumento: Bellido Alvirres, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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:

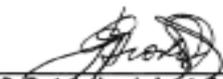
- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de octubre del 2020


 Dr. Eustasio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente/UCV Lima Norte
 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química y Ambiental
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características físico-químicas de las muestras de aguas residuales
 1.5 Autor(a) de instrumento: Bellido Alvirres, Karolína Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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:

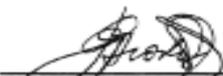
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de octubre del 2020


 Dr. Eustasio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP Nº 25460

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente/UCV Lima Norte
 1.3 Especialidad o línea de Investigación: Ingeniería Química y Ambiental
 1.4 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Características físicas de las biomazas
 1.5 Autor(a) de Instrumento: Bellido Alvirres, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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

81
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de octubre del 2020


 Dr. Eustelio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP Nº 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente/UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de Investigación: Ingeniería Química y Ambiental
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Condiciones operacionales del carbón activado
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: Belldo Alvirres, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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 %

Lima, 01 de octubre del 2020


 Dr. Eustelio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente/UCV Lima Norte
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química y Ambiental
 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Porcentaje de remoción de plomo y zinc
 1.5. Autor(a) de Instrumento: Belldo Alvirres, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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:

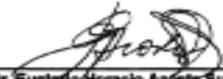
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de octubre del 2020


 Dr. Eustelio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP Nº 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ALIAGA MARTINEZ, MARÍA
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente/UCV Lima Norte
 1.3. Especialidad o línea de Investigación: Tratamiento de aguas y reuso de RRSS
 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Características de los estudios Inoluidos en la revisión
 1.5. Autor(a) de Instrumento: Bellido Alvirres, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

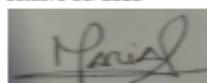
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de octubre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 59443

DNI N° 08663264 Telf.: 997773832

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. ALIAGA MARTÍNEZ, MARÍA**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Lima Norte**
 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento de aguas y reuso de RRSS**
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisicoquímicas de las muestras de aguas residuales**
 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Bellido Alvitres, Karolna Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth**

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:

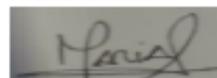
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de octubre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 59443

DNI N° 08663264 Telf.: 997773832

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Dr. ALIAGA MARTÍNEZ, MARÍA
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente/UCV Lima Norte
- 1.3 Especialidad o línea de Investigación: Tratamiento de aguas y reuso de RRSS
- 1.4 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Características físicas de las biomazas
- 1.5 Autor(a) de Instrumento: Bellido Alvirres, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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:

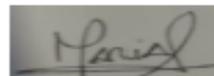
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de octubre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 59443

DNI N° 08663264 Tef.: 997773832

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ALIAGA MARTÍNEZ, MARÍA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente/UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento de aguas y reuso de RRSS
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Biomásas apiladas para la elaboración del carbón activado
- 1.5. Autor(a) de instrumento: Bellido Alvirre, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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:

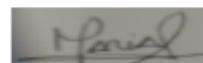
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de octubre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 59443

DNI N° 08663254 Telf.: 997773832

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ALIAGA MARTINEZ, MARÍA
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente/UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de Investigación: Tratamiento de aguas y reuso de RRSS
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Condiciones operacionales del carbón activado
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: Bellido Alvirres, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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:

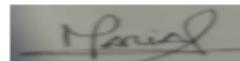
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de octubre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 59443

DNI N° 08663264 Telf.: 997773832

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ALIAGA MARTÍNEZ, MARÍA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente/UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento de aguas y reuso de RRSS
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Porocentaje de remoción de plomo y zinc
- 1.5. Autor(a) de instrumento: Bellido Alvirre, Karolina Stefany / Roque Cruzado, Linda Lizeth

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 %

Lima, 01 de octubre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 53443

DNI N° 08663264 Telf.: 997773832