



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Revisión sistemática y meta-análisis sobre el uso de carbón  
activado para adsorción de hidrocarburos en aguas  
contaminadas**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORAS:**

Calderón Meza, Wilma Yenizer (ORCID: 0000-0001-7055-2271)

Fanarraga Tasayco, Gianella Beatriz (ORCID: 0000-0002-1642-0996)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

Dedicamos esta investigación a nuestros padres y hermanos que son nuestra mayor motivación dándonos consejos y palabras de superación para no rendirnos en este sacrificado camino y poder terminar con éxito nuestra carrera profesional.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a nuestro docente de investigación y demás tutores por los aportes y sugerencias brindadas para el término de esta investigación

## Índice de Contenidos

Índice de figuras	v
Índice de tablas	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
1 . INTRODUCCIÓN	9
2 . MARCO TEORICO	12
3 . METODOLOGIA	20
3.1. Tipo y diseño de la investigación	20
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.4.1. Técnica	22
3.4.2. Instrumentos	22
3.5. Procedimiento	24
3.5.1. Criterios de inclusión y exclusión	24
3.5.2. Fuentes de información	24
3.5.3. Estrategia de búsqueda	24
3.5.4. Identificación de documentos relevantes	26
3.5.5. Evaluación de la calidad	26
3.5.6. Descripción de los estudios	26
3.6. Analisis de datos	27
3.7. Aspectos éticos	28
4 . RESULTADOS	29
5 . DISCUSIÓN	50
6 . CONCLUSIONES	55
7 . RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS	69

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de obtención de investigaciones para el meta-análisis.....	29
Figura 2. Meta-análisis de las concentraciones de hidrocarburos respecto al porcentaje de adsorción.....	45
Figura 3. Concentración inicial y final de hidrocarburos .....	47
Figura 4. Porcentaje de adsorción de hidrocarburos respecto a la materia prima del carbón activado.....	48
Figura 5. Porcentaje de adsorción de los diferentes tipos de hidrocarburos investigados.....	49

## Índice de tablas

Tabla 1. Revisión de literaturas sobre el uso de carbón activado en retención de hidrocarburos .....	18
Tabla 2. Valoración de instrumentos .....	23
Tabla 3. Estrategia de búsqueda.....	25
Tabla 4. Características de los estudios incluidas en la revisión sistemática y meta-análisis .....	30
Tabla 5. Características fisicoquímicas del carbón activado .....	34
Tabla 6. Caracterización de las aguas contaminadas por hidrocarburos .....	36
Tabla 7. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de hidrocarburos.....	39
Tabla 8. Calidad metodológica de las investigaciones seleccionadas .....	41
Tabla 9. Porcentaje de adsorción de hidrocarburos .....	42

## Resumen

Los derrames de hidrocarburos en cuerpos de agua alteran las propiedades y afectan el hábitat de especies acuáticas. Actualmente, el carbón activado (CA) se ha convertido en un producto muy eficaz para la adsorción de contaminantes. El estudio tuvo como objetivo evaluar mediante revisión sistemática y meta-análisis la eficiencia del uso de carbón activado para adsorción de hidrocarburos en aguas contaminadas. La investigación fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Para el desarrollo de la investigación se realizó la búsqueda de información en las bases de datos Scopus, Web of Science, Science Direct, Proquest, Ebsco y Scielo para el periodo de enero de 2010 hasta setiembre de 2020. Los resultados mostraron que los carbones activados elaborados a partir de diversas materias primas tienen una eficiencia de adsorción de hidrocarburos de 55% a 100%, siendo el CA a base de fibras de coco verde de mayor eficiencia (100%). De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que la aplicación de carbón activado elaborado a partir de fibras de coco verde es eficiente en la adsorción de hidrocarburos presentes en aguas contaminadas, y es ambientalmente amigable y de bajo costo.

**Palabras claves:** revisión sistemática, meta-análisis, adsorción, hidrocarburos, carbón activado, aguas contaminadas

## **Abstract**

Hydrocarbon spills in bodies of water alter the properties and affect the habitat of aquatic species. Currently, activated carbon (AC) has become a very effective product for the adsorption of pollutants. The objective of this study was to evaluate the efficiency of the use of activated carbon for adsorption of hydrocarbons in polluted waters by means of a systematic review and meta-analysis. The research was applied with a quantitative approach and non-experimental design. For the development of the research, information was searched in the following databases: Scopus, Web of Science, Science Direct, Proquest, Ebsco and Scielo for the period from January 2010 to September 2020. The results showed that activated carbons made from various raw materials have a hydrocarbon adsorption efficiency of 55% to 100%, with the CA based on green coconut fibers having the highest efficiency (100%). According to the results obtained, it is concluded that the application of activated carbon made from green coconut fibers is efficient in the adsorption of hydrocarbons present in contaminated water, and is environmentally friendly and low cost.

**Keywords:** systematic review, meta-analysis, adsorption, hydrocarbons, activated carbon, contaminated water



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS SOBRE EL USO DE CARBÓN ACTIVADO PARA ADSORCIÓN DE HIDROCARBUROS EN AGUAS CONTAMINADAS.", cuyos autores son CALDERON MEZA WILMA YENIZER, FANARRAGA TASAYCO GIANELLA BEATRIZ, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 29 de Diciembre del 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO <b>DNI:</b> 42922258 <b>ORCID</b> 0000-0002-8683-5054	Firmado digitalmente por: CCASTANEDAOL el 29- 12-2020 14:11:11

Código documento Trilce: TRI - 0103749