



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

Eficiencia de biofiltros a base de cáscaras vegetales para reducir metales  
pesados en aguas del río Chillón, Callao, 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Br. Espinoza Machuca, Diego Fernando (ORCID: 0000-0003-1464-5312)

Br. Nonato Camacho, July Katheryne (ORCID: 0000-0001-6936-154X)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Conservación de los Recursos Naturales

**LIMA – PERÚ**

**2019**

**Dedicatoria:**

Se lo dedicamos a Dios puesto que nos ha brindado la sabiduría necesaria para afrontar este gran reto académico. A nuestros padres quienes amamos porque son el pilar de nuestra vida para seguir logrando todos los sueños y continuar saliendo adelante como familia.

**Agradecimiento:**

Agradecemos a nuestro asesor por el apoyo brindado y también a la Universidad César Vallejo por los Conocimientos adquiridos y porque me proporcionó sus laboratorios para el desarrollo de la presente tesis.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS</b>	Código: F07-PP-PR-02.02 Versión: 10 Fecha: 23-03-2019 Página: 1 de 12
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

**El Jurado** encargado de evaluar la tesis presentada por don (a)

Espinoza Machuca Diego Fernando y Nonato Camacho July Katheryne

*(Apellidos, Nombres)*

Cuyo título es:

Eficiencia de biofiltros a base de cáscaras vegetales para reducir metales pesados en aguas del río Chillón, Callao 2019

Reunido en la fecha, escucho la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

13 (numero) ..... Trece ..... (letras).

Lugar y fecha Los Olivos 15/07/2019



**PRESIDENTE**

Dr. Carlos Cabrera Carranza  
(Grado Apellidos, Nombre)



**SECRETARIO**

Dr. Elmer Benites Alfaro  
(Grado Apellidos, Nombre)



**VOCAL**

Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
(Grado Apellidos, Nombre)

*NOTA:* En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboro	Direccion de Investigacion	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

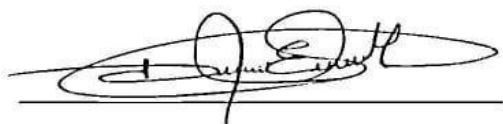
## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Diego Fernando Espinoza Machuca, identificado con DNI 73455382 y July Katheryne Nonato Camacho identificado con DNI 72881960, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grado y títulos de la universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaramos bajo juramento que toda documentación que acompañe es veraz y autentica.

Asimismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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 nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 01 de julio del 2019



Diego Fernando Espinoza Machuca



July Katheryne Nonato Camacho

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO.....	25
2.1 Tipo y diseño de investigación .....	25
2.2 Operacionalización de Variables .....	26
2.3 Población, muestra .....	27
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	29
2.4 Procedimiento .....	29
2.5 Métodos de análisis de datos.....	35
2.6 Aspectos éticos .....	35
III. RESULTADOS.....	36
IV. DISCUSIÓN.....	50
V. CONCLUSIONES .....	52
VI. RECOMENDACIONES .....	52
REFERENCIAS .....	53
ANEXOS .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Característica Química de la Cáscara de Banano</i> .....	18
<b>Tabla 2.</b> <i>Composición química de maracuyá</i> .....	19
<b>Tabla 3.</b> <i>Composición de la cáscara de maracuyá</i> .....	19
<b>Tabla 4.</b> <i>Características físicas del biofiltro:</i> .....	20
<b>Tabla 5.</b> <i>Matriz de Operacionalización</i> .....	26
<b>Tabla 6.</b> <i>Procedimientos generales del desarrollo del trabajo investigativo</i> .....	29
<b>Tabla 7.</b> <i>Zona de estudio Callao</i> .....	30
<b>Tabla 8.</b> <i>Eficiencias de los tratamientos de biofiltración</i> .....	37
<b>Tabla 9.</b> <i>Biofiltro con cáscara de maracuyá</i> .....	37
<b>Tabla 10.</b> <i>Biofiltro con cáscara de plátano</i> .....	38
<b>Tabla 11.</b> <i>Biofiltro con cáscara de maracuyá y plátano</i> .....	39
<b>Tabla 12.</b> <i>Prueba de normalidad</i> .....	43
<b>Tabla 13.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con <i>Pasiflora edulis</i> con Cobre</i> .....	44
<b>Tabla 14.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con <i>Musa paradisiaca</i> con Cobre</i> .....	45
<b>Tabla 15.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con <i>P. edulis</i> y <i>M. paradisiaca</i> con Cobre</i> ...	45
<b>Tabla 16.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con <i>Pasiflora edulis</i> con Zinc</i> .....	46
<b>Tabla 17.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con <i>Musa paradisiaca</i> con Zinc</i> .....	46
<b>Tabla 18.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con <i>P. edulis</i> y <i>M. paradisiaca</i> con Zinc</i> .....	46
<b>Tabla 19.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 2 con Cobre</i> .....	47
<b>Tabla 20.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 3 con Cobre</i> .....	47
<b>Tabla 21.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 2 y Biofiltro 3 con Cobre</i> .....	48
<b>Tabla 22.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 2 con Zinc</i> .....	48
<b>Tabla 23.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 3 con Zinc</i> .....	49
<b>Tabla 24.</b> <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 2 y Biofiltro 3 con Zinc</i> .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la toma de muestra.....	30
<b>Figura 2.</b> Toma de muestra inicial .....	31
<b>Figura 3.</b> Cáscaras de Maracuyá .....	31
<b>Figura 4.</b> Cáscaras de Plátano .....	32
<b>Figura 5.</b> Elaboración del biofiltro .....	33
<b>Figura 6.</b> Procedimiento de filtración .....	34
<b>Figura 7.</b> Concentración del Cu y Zn después del tratamiento.....	37
<b>Figura 8.</b> Concentración del Cu y Zn después del tratamiento .....	39
<b>Figura 9.</b> Concentración del Cu y Zn después del tratamiento .....	40
<b>Figura 10.</b> Tiempo de retención de contaminantes del Cobre.....	41
<b>Figura 11.</b> Tiempo de retención de contaminantes del Zinc .....	41
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de reducción del Cu y Zn después del tratamiento .....	42
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de reducción del Cu y Zn después del tratamiento .....	42
<b>Figura 14.</b> Porcentaje de reducción del Cu y Zn después del tratamiento .....	43



## RESUMEN

El sistema de biofiltración está a base de cáscaras de vegetales como el maracuyá (*Pasiflora edulis*), el plátano (*Musa paradisiaca*) y estratos filtrantes (piedra bola, piedra grava, arena gruesa y fina) actuando como elemento de reducción de metales pesados en aguas contaminadas.

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo determinar la eficiencia de biofiltros a base de cáscaras vegetales para reducir metales pesados en aguas del río Chillón, Callao, 2019. Estas cáscaras tienen la característica de adsorber metales pesados por su composición química donde se encuentra la lignina, celulosa y pectina que tienen la función de atraer metales pesados por donación de un par de electrones para formar complejos con los iones metálicos. El tipo de investigación fue aplicada, presentando un enfoque cuantitativo y de diseño experimental donde se trabajó con diferentes concentraciones (1, 2 y 3 kg) de polvo a base de cáscaras de vegetales, para evaluar los biofiltros en dos diferentes tiempos de retención de contaminantes (1:30 h y 3 h) en la reducción de metales pesados en aguas que cumpla con la normativa establecida ECA categoría 4 mediante ello se tomó 18 muestras que fueron analizadas por la técnica de espectrometría de absorción atómica. La población viene a ser el agua del río Chillón y la muestra fue de 360 litros para los tres biofiltros. Los resultados obtenidos demostraron la eficiencia en el biofiltro con cáscaras de maracuyá fue del 21.5 %, en el biofiltro con cáscaras de plátano se obtuvo una eficiencia del 31.8 % y en el biofiltro con cáscaras de maracuyá y plátano tuvo una eficiencia del 41.2%.

Se concluye que los datos obtenidos del tercer biofiltro con la mezcla de ambas cáscaras (*Pasiflora edulis* y *Musa paradisiaca*) se obtuvieron mejores resultados reduciendo la concentración de cobre a 0.0866 mg/l, removiendo así el 98 % del metal pesado y 0.117 mg/l de zinc con una remoción de 70%.

**Palabras claves:** Eficiencia, biofiltro, cobre, zinc.

## ABSTRACT

The biofiltration system is based on vegetable husks such as passion fruit (*Pasiflora edulis*), banana (*Musa paradisiaca*) and filter strata (ball stone, gravel stone, coarse and fine sand) acting as a heavy metal reduction element in water polluted.

The objective of this research work is to determine the efficiency of biofilters based on vegetable husks to reduce heavy metals in the waters of the Chillón River, Callao, 2019. These husks have the characteristic of adsorbing heavy metals due to their chemical composition, where lignin is found, cellulose and pectin that have the function of attracting heavy metals by donating a pair of electrons to form complexes with metal ions. The type of research was applied, presenting a quantitative and experimental design approach where different concentrations (1, 2 and 3 kg) of the dust based on vegetable husks were used to evaluate the biofilters in two different times of contaminant retention (1:30 h and 3 h) in the reduction of heavy metals in water that complies with the established ECA category 4 regulation. Therefore, 18 samples were taken and analyzed by the atomic absorption spectrometry technique. The population comes to make the water of the Chillón River and the sample was 360 liters for the three biofilters. The results obtained showed the efficiency in the biofilter with passion fruit peel was 21.5%, in the biofilter with banana peel an efficiency of 31.8% was obtained and in the biofilter with passion fruit and plantain peels it had an efficiency of 41.2%.

It is concluded that the data obtained from the third biofilter with the mixture of both shells (*Pasiflora edulis* and *Musa paradisiaca*) obtained better results by reducing the copper concentration to 0.0866 mg / l, thus removing 98% of the heavy metal and 0.117mg / l of zinc with a 70% removal.

**Keywords:** Efficiency, biofilter, copper, zin

Yo, Jorge Leonardo Jave Nakayo docente de la facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada

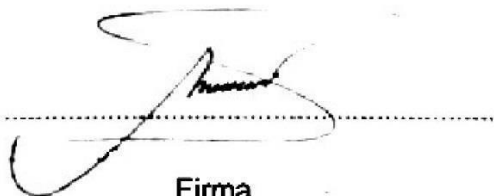
"Eficiencia de biofiltros a base de cáscaras vegetales para reducir metales pesados en aguas del río Chillón, Callao 2019."

del estudiante Espinoza Machuca Diego Fernando y la estudiante Nonato Camacho July Katheryne

Constato que la investigación tiene un índice de 26 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Los Olivos 15/07/2019

Firma

**Nombres y apellidos del (de la) docente**

Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo

DNI: 01066653

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------