



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

Eficiencia de un biofiltro con escamas de pescado y carbón activado para la  
remoción de aceites y grasas en aguas residuales del lavadero de autos Solís  
S.A.C. Puente Piedra, 2019

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

**AUTORA:**

Tuse Criollo Gianella Marinell (ORCID: 0000-0003-0616-5861)

**ASESOR**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA - PERÚ**

2019

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a Dios en primer lugar, por no abandonarme ni un solo instante, por darme las fuerzas suficientes para poder continuar y por escucharme cada vez que en silencio me quejé de lo que tenía, a ti te lo debo todo.

A mis padres, Rodrigo y Carmen; por amarme como lo hacen y sacrificar sus vidas y sus sueños por mí, esta tesis es para ustedes.

A Lira, mi segunda mamá, Dios nos bendijo con tu vida, y hemos sido infinitamente felices teniéndote, gracias por amarnos tanto y por seguir presente aún ahora que ya somos grandes, este logro también es tuyo.

A mis hermanos; Demir, Ximena y Britney por apoyarme de una u otra forma y porque han sido y son importantes para mí.

A John, por estar presente estos más de cinco años, por no dejar que me dé por vencida y estar firme, esto tampoco hubiera sido posible sin ti, gracias por estar incondicionalmente a mi lado.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme despertar cada día y cuidar de mí, gracias por bendecirme con la familia y amigos que tengo, gracias por pelear por mí cada batalla.

A mis padres Rodrigo y Carmen, gracias por mantenerse unidos, por enseñarnos con su ejemplo a ser personas responsables, trabajadores y perseverantes.

Gracias papá por todas tus amanecidas, por decirme siempre que cada paso que damos es un día más de vida para ti, esa tu forma de reconfortarnos porque así eres tú, un luchador incansable.

Gracias mamá, por despertarte temprano todos los días y no dejarme salir de casa ni un solo día sin desayunar, gracias por todo el esfuerzo que hiciste y haces educándonos, ya casi se cumple tu sueño de tener tus 3 hijos ingenieros.

A Lira, por ser mi ayuda y mi cómplice siempre, gracias por cuidarnos todos estos años, por sacrificarte por nosotros, por consolarme cuando estaba triste, por darme ánimos para continuar pero sobre todo por ser nuestra segunda mamá.

A mis amigos y hermanos en Cristo; Jhon y Maharai Arce, Raí, Javier, Luis, Melanie, Anderson, Alberto y Karla y a toda la iglesia “Cristo Vive” hace más de un año que entré en su familia y les agradeceré siempre el habernos recibido como lo hicieron por cada charla, cada consejo y cada mensaje de apoyo brindado, los quiero mucho a todos.

A Lency Grandez, gracias por llegar y ser parte de mi familia, porque siempre me quedaré con los buenos momentos que hemos compartido contigo, y gracias por ser ese otro hermano mayor que necesitaba.

A Alvino Figueroa, por ayudarme en la realización de mi tesis y por apoyarme en muchas otras áreas de mi vida durante todo este tiempo.

A mi asesor de tesis, el Dr. Julio Ordoñez, gracias por su apoyo en cada asesoría, por dirigirme, y por ser fundamental para la culminación de este trabajo.

A cada una de las personas que no están, pero que han contribuido grandemente para que culmine esta etapa universitaria.

# PÁGINA DEL JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 10
		Fecha : 10-06-2019
		Página : 1 de 1


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)  
Luse Cinthia Gianella Marínell  
cuyo título es: Eficiencia de un biofiltro con escamas de pescado y  
carbón activado para la remoción de aceites y  
grasas en aguas residuales del lavadero de autos Solis  
SAC Puente Piedra 2019  
....."

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el  
estudiante, otorgándole el calificativo de: 17 (número) BUENETE (letras).

Lugar y fecha Lima, 19 de diciembre de 2019

  
.....  
**CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA**  
PRESIDENTE

  
.....  
**CÉSAR EDUARDO JIMÉNEZ CALDERÓN**  
SECRETARIO

  
.....  
**JUAN JULIO ORDÓÑEZ GÁLVEZ**  
VOCAL

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

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Tuse Criollo Gianella Marinell, con DNI N° 48327884, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda documentación es auténtica y veraz.

Así mismo, declaro 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 y omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en la norma académica de la Universidad César Vallejo.

Lima 11 de diciembre de 2019



Tuse Criollo Gianella Marinell

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Eficiencia de un biofiltro con escamas de pescado y carbón activado para la remoción de aceites y grasas en aguas residuales del lavadero de autos Solís S.A.C. Puente Piedra, 2019”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniera Ambiental.

El Autor

## ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Presentación.....	vi
Índice .....	vii
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO .....	20
2.1 Tipo y Diseño de investigación.....	20
2.1.1 Tipo de estudio.....	20
2.1.2 Diseño de la investigación .....	20
2.2 Operacionalización de variables .....	21
2.2.1 Variables .....	21
2.2.2 Matriz de Operacionalización .....	22
2.3 Población, muestra y muestreo .....	23
2.3.1 Población.....	23
2.3.2 Muestra.....	23
2.3.3 Muestreo.....	23
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	23
2.4.1 Técnicas de recolección .....	23

2.4.2 Instrumentos de Recolección de datos, validez y confiabilidad .....	24
2.4.2.1 Validación y confiabilidad de los instrumentos .....	25
2.5 Procedimiento .....	25
2.5.1 Etapa de Campo .....	25
2.5.2 Etapa de Laboratorio .....	29
2.6 Métodos de análisis de datos.....	32
2.7 Aspectos éticos.....	32
III. RESULTADOS .....	33
IV. DISCUSIÓN.....	48
V. CONCLUSIONES.....	50
VI. RECOMENDACIONES .....	51
Referencias.....	52
Anexos .....	57



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b> Cuadro de entradas y salidas en el proceso de lavado de autos.....	11
<b>Tabla N° 2:</b> Normativa actual para el medio ambiente .....	17
<b>Tabla N° 3:</b> Valores máximos admisibles para efluentes .....	18
<b>Tabla N° 4:</b> Matriz de Operacionalización .....	22
<b>Tabla N° 5:</b> Validez de los instrumentos.....	25
<b>Tabla N° 6:</b> Coordenadas UTM del lugar de muestreo .....	26
<b>Tabla N° 7:</b> Materiales empleados en la elaboración del biofiltro .....	27
<b>Tabla N° 8:</b> Resultados de Parámetros Físicoquímicos Insitu .....	33
<b>Tabla N° 9:</b> Prueba de normalidad de la eficiencia del biofiltro en la remoción de aceites y grasas residual según el tiempo de retención hidráulica .....	34
<b>Tabla N° 10:</b> Análisis de la varianza de los efectos principales e interacción de los factores estudiados sobre la concentración de aceites y grasas en agua residual.....	35
<b>Tabla N° 11:</b> Optimización de la concentración aceites y grasas considerando el tiempo, granulometría de escamas y granulometría de carbón .....	37
<b>Tabla N° 12:</b> Prueba de normalidad y homogeneidad de la concentración de aceites y grasas en aguas residual, según la combinación de los niveles de la granulometría de escamas, granulometría de carbón y tiempo de remoción hidráulica.....	38
<b>Tabla N° 13:</b> Comparación de la concentración de aceites y grasas en aguas residual, según la combinación de los niveles de la granulometría de escamas, granulometría de carbón y tiempo de remoción hidráulica .....	39
<b>Tabla N° 14:</b> Análisis de la varianza de los efectos principales e interacción de la granulometría de escamas y carbón sobre la concentración de aceites y grasas en agua residual. ....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Estructura de una escama .....	15
Figura N° 2. Algunos tipos de escamas de pescado .....	16
Figura N° 3. Tipos de carbón activado .....	17
Figura N° 4. Toma de muestra – Lavadero Solís S.A.C .....	26
Figura N° 5. Estructura y composición del biofiltro .....	27
Figura N° 6. Obtención de las escamas de pescado. ....	28
Figura N° 7. Proceso de molienda de las escamas .....	28
Figura N° 8. Caracterización de las escamas de pescado .....	28
Figura N° 9. Carbón activado granular a base de cascara de coco .....	29
Figura N° 10. Carbón activado granular tamizado .....	29
Figura N° 11. Análisis Gravimétrico de Aceites y grasas de la muestra .....	30
Figura N° 12. Proceso de agitación de la muestra .....	30
Figura N° 13. Separación y extracción de aceites y grasas .....	31
Figura N° 14. Proceso de digestación de las muestras .....	31
Figura N° 15. Temperatura a la cual se sometió la muestra de A y G .....	31
Figura N° 16: Importancia de los efectos principales e interacción de los factores estudiado sobre la concentración de aceites y grasas en agua residual.....	36
Figura N° 17: Gráfica de optimización de la concentración aceites y grasas .....	37
Figura N° 18: Grafica del nivel de remoción de aceites y grasas en mg/L. ....	40
Figura N°19. Importancia de los efectos principales e interacción de la granulometría de escamas, granulometría de carbón e interacción sobre la concentración de aceites y grasas en agua residual .....	41
Figura N° 20: Gráfica de optimización de la concentración aceites y grasas considerando la granulometría de escamas y granulometría de carbón .....	42

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar la eficiencia de un biofiltro elaborado con escamas de pescado y carbón activado en la remoción de aceites y grasas dl agua residual del Lavadero de Autos Solís S.A.C, con el propósito de reutilizar este tipo de agua con mínimos costos de tratamiento.

Para ello se construyó un biofiltro por gravimetría y con diseño cilíndrico con una altura de 50 cm y diámetro de 10 cm a conveniencia de la investigación, el cual fue replicado cuatro veces para las diferentes granulometrías de los materiales, pues lo que se buscó evaluar, es el tamaño de las partículas adecuado tanto para las escamas de pescado como para el carbón activado.

Para la obtención de las escamas de pescado, se requirió de 35 kg de pescado Lisa, las cuales se lavaron y se secaron durante 6 días, teniendo así un total de 1,8 kg de escamas secas para el proceso de tamizado hasta llegar a granos de 500  $\mu\text{m}$  y 1000  $\mu\text{m}$ . Asimismo, se caracterizó el C.A.G de cascara de coco, en tamices de 8\*30 y de 12\*40.

Estos materiales se colocaron en los filtros y se midió la concentración de aceites y grasas en dos tiempos diferentes a 3 y 6 horas, realizando tres repeticiones por cada una de las muestras de agua tratada.

De los experimentos realizados se obtuvo que el porcentaje de eficiencia de remoción de aceites y grasas del biofiltro elaborado con escamas de pescado y carbón activado fue mayor a los 91,84 % alcanzando promedios de 99, 9 %, esto varía según el tiempo de retención hidráulica y la granulometría de escamas de pescado y carbón activado orgánico. Luego de las repeticiones con diferentes tamaños de partículas, con respecto a las escamas de pescado y carbón activado se requiere, que el tamaño de sus partículas oscile entre 0,5 mm y 1 mm.

Los niveles de remoción de aceites y grasas fueron de un mínimo de 0,02 mg/l para un tiempo de retención de 3 horas y 0,01 mg/L para un tiempo de retención de 6 horas, logrando así que su aplicación en el tratamiento de estos efluentes sea altamente efectiva.

**Palabras Clave:** Escamas de pescado, granulometría, eficiencia, adsorbente, gravimetría

## ABSTRACT

The main objective of this research work was to determine the efficiency of a biofilter made with fish scales and activated carbon in the removal of oils and fats from the waste water of the Solís SAC Car Wash, with the purpose of reusing this type of water with minimum treatment costs

For this, a biofilter was constructed by gravimetry and with a cylindrical design with a height of 50 cm and a diameter of 10 cm at the convenience of the investigation, which was replicated four times for the different particle sizes of the materials, since what was sought to evaluate, It is the appropriate particle size for both fish scales and activated carbon.

To obtain the fish scales, 35 kg of Lisa fish were required, which were washed and dried for 6 days, thus having a total of 1.8 kg of dried scales for the sieving process until reaching grains 500  $\mu\text{m}$  and 1000  $\mu\text{m}$ . Likewise, the C.A.G of coconut shell was characterized in sieves of 8 \* 30 and 12 \* 40.

These materials were placed in the filters and the concentration of oils and fats was measured at two different times at 3 and 6 hours, performing three repetitions for each of the treated water samples.

From the experiments carried out, it was obtained that the percentage of removal efficiency of oils and fats from the biofilter made with fish scales and activated carbon was greater than 91.84%, reaching averages of 99.9%, this varies according to the retention time Hydraulics and granulometry of fish scales and organic activated carbon. After repetitions with different particle sizes, with respect to fish scales and activated carbon, it is required that the size of its particles range between 0.5 mm and 1 mm.

The oil and fat removal levels were a minimum of 0.02 mg / l for a retention time of 3 hours and 0.01 mg / L for a retention time of 6 hours, thus achieving its application in the Treatment of these effluents is highly effective.

**Keywords:** Fish scales, grain size, efficiency, adsorbent, gravimetry

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada

"Eficiencia de un biofiltro con escamas de pescado y carbón activado para la remoción de aceites y grasas en aguas residuales del lavadero de Autos Solis SAC – Puente Piedra, 2019" del (de la) estudiante Tuse Criollo, Gianella Marinell constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Lugar y fecha: Lima 20/12/2019

**Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez**

Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DN: 08447308

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