



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

“Tratamiento de aguas grises mediante el sistema acoplado de humedal artificial y lombrifiltro en la Urbanización Santo Domingo – Carabaylo, 2017.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Br. Jennifer Deborah Valle Cotera

ASESOR:

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de residuos

Lima - Perú

2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por permitirme alcanzar esta etapa de mi vida y por ayudarme a cumplir mis objetivos sin dejarme vencer por los obstáculos y dificultades que se presentaron en mi desarrollo profesional.

A mis padres por su apoyo incondicional, por los buenos valores, por sus consejos y por la motivación constante en cada etapa académica.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme, por darme fuerzas para seguir adelante y no rendirme.

A mi padre por el apoyo en mi carrera, y enseñarme que uno siempre debe ser perseverante en todo lo que propone.

A mi madre por su motivación, apoyo y su amor incondicional.

A mi asesor el Dr. Carlos Cabrera Carranza por su gran apoyo ofrecido en este trabajo.

PÁGINA DEL JURADO


 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) VALLE COTERA JENNIFER DEBORAH


cuyo título es: *Tratamiento de aguas grises mediante el sistema acoplado de humedal, artificial y lambrifiltro en la urbanización Santo Domingo Carabayillo, 2017.*

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: *12*... (número)
Doce..... (letras).


Los Olivos *5* de diciembre del 2017.



 PRESIDENTE
 DR. ELMER BENITES A.



 SECRETARIO
 MG. HAYDEÉ SUAREZ ALVITES



 VOCAL
 DR. CARLOS CABRERA CARRANZA

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Jennifer Deborah Valle Cotera con DNI N° 72865692, 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 Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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 u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 05 de diciembre del 2017

Jennifer Deborah Valle Cotera

DNI N° 72865692

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: Tratamiento de aguas grises mediante el sistema acoplado de humedal artificial y lombrifiltro en la Urbanización Santo Domingo – Carabaylo, 2017, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Jennifer Deborah Valle Cotera

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PAGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.2. Trabajos previos.....	2
1.3. Teorías relacionadas al tema	11
1.3.1. Marco Teórico	11
1.4. Formulación del problema	22
1.4.1. Problema general	22
1.4.2. Problemas específicos.....	22
1.5. Justificación del estudio.....	23
1.6. Hipótesis	23
1.6.1. Hipótesis general	23
1.6.2. Hipótesis específicas.....	23
1.7. Objetivos.....	24
1.7.1. Objetivo general	24
1.7.2. Objetivos específicos.....	24
II. MÉTODO	24

2.1.	Diseño, Tipo y Nivel de investigación	24
2.2.	Ubicación del estudio.....	25
2.3.	Diseño del Sistema.....	25
2.3.1.	Materiales	25
2.3.2.	Humedal artificial	25
2.3.3.	Lombrifiltro	27
2.3.4.	Testigo	27
2.4.	Procedimiento del sistema	28
2.5.	Toma de muestras	28
2.6.	Variables, operacionalización	30
2.6.1.	Operacionalización de variables: Se aplica en la siguiente tabla:	30
2.7.	Población y muestra.....	32
2.8.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	32
2.8.1.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
2.8.2.	Procedimiento en Laboratorio.....	33
2.8.2.1.	pH y Temperatura	33
2.8.2.2.	Turbiedad	34
2.8.2.3.	Oxígeno Disuelto	34
2.8.2.4.	Demanda Química de Oxígeno.....	35
2.8.2.5.	Demanda Bioquímica de Oxígeno	36
2.8.2.6.	Sólidos suspendidos Totales	38
2.8.3.	Validez y confiabilidad	39
2.8.3.1.	Validez.....	39
2.9.	Métodos de análisis de datos.....	40
2.10.	Aspectos éticos.....	40
III.	RESULTADOS	41

3.1.	Resultados de las propiedades fisicoquímicas del agua de entrada y salida del Sistema.....	41
3.1.1.	Turbiedad.....	41
3.1.2.	Sólidos Suspendidos Totales (SST).....	42
3.1.3.	Demanda química de oxígeno (DQO).....	43
3.1.4.	Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5)	44
3.2.	Porcentaje de remoción.....	45
3.2.1.	Porcentaje de remoción de turbiedad.....	45
3.2.2.	Porcentaje de remoción de SST.....	46
3.2.3.	Porcentaje de remoción de DQO	47
3.2.4.	Porcentaje de remoción de DBO5	48
3.3.	Comparación de los resultados de cada parámetro con el LMP	48
3.3.1.	Resultados de Turbiedad y LMP	49
3.3.2.	Resultados de SST y LMP.....	50
3.3.3.	Resultados de DQO y LMP	51
3.3.4.	Resultados de DBO5 y LMP	52
3.4.	Prueba de normalidad por cada parámetro.....	53
3.4.1.	Prueba de normalidad para Turbiedad.....	53
3.4.2.	Prueba de normalidad para Solidos suspendidos Totales.....	56
3.4.3.	Prueba de normalidad para la Demanda química de oxígeno	59
3.4.4.	Prueba de normalidad para la Demanda bioquímica de oxígeno	62
3.5.	Prueba de hipótesis	65
3.5.1.	Prueba de T – student para Turbiedad.....	66
3.5.2.	Prueba de T – student para Solidos suspendidos Totales	67
3.5.3.	Prueba T – student para la Demanda Química de Oxígeno.....	68
3.5.4.	Prueba T – student para la Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	69
IV.	DISCUSIÓN.....	70

V. CONCLUSIÓN	72
VI. RECOMENDACIONES	73
VII. REFERENCIAS	74
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla N° 1: Ventajas y desventajas del Humedal artificial para aguas grises.....	14
Tabla N° 2: Rendimiento de depuración de humedal subsuperficial	14
Tabla N° 3:Características del material de sustrato.....	16
Tabla N° 4: Longitud promedio de las raíces	16
Tabla N° 5: Modelos matemáticos para diseño de humedales artificiales	17
Tabla N° 6: Porcentaje de remoción de diferentes especies de lombrices.	20
Tabla N° 7:Índices de eficiencia del lombrifiltro	20
Tabla N° 8: Límites Máximos Permisibles	21
Tabla N° 9:Parámetros de diseño del Humedal.....	25
Tabla N° 10: Cálculos Matemáticos y resultados.....	26
Tabla N° 11: Cuadro de operacionalización de las variables	31
Tabla N° 12: Técnicas e instrumentos de validación.	32
Tabla N° 13: Relación de dilución DQO y DBO	37
Tabla N° 14: Estadística de fiabilidad (Alfa de Cronbach).....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura N° 1: Fuentes de aguas grises	11
Figura N° 2: Plantas acuáticas comunes.....	13
Figura N° 3: Formación de biomenbranas.....	13
Figura N° 4: Humedal de flujo horizontal	15
Figura N° 5: Humedal con flujo vertical	15
Figura N° 6: Esquema del lombrifiltro	19
Figura N° 7: Jacinto de agua “ <i>Eichhornia Crassipes</i> ”	26
Figura N° 8: Humedal con la especie <i>Eichhornia Crassipes</i>	27
Figura N° 9: Lechos filtrantes del Lombrifiltro.....	27
Figura N° 10: Humedal sin planta y biofiltro sin lombrices	28
Figura N° 11: Vista en planta del sistema	28
Figura N° 12: Toma de muestras.....	29
Figura N° 13: Muestra rotuladas en el cooler y listas para llevar a laboratorio.	29
Figura N° 14: Muestra identificada con la numeración.....	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico N° 1: Turbiedad (UNT) vs cada fecha de muestreo	41
Gráfico N° 2: SST (mg/L) vs cada fecha de muestreo	42
Gráfico N° 3:DQO (mg/L) vs cada fecha de muestreo	43
Gráfico N° 4:DBO5 (mg/L) vs cada fecha de muestreo.....	44
Gráfico N° 5:Porcentaje de remoción del SAHL vs Testigo.....	45
Gráfico N° 6:Porcentaje de remoción del SAHL vs Testigo.....	46
Gráfico N° 7: Porcentaje de remoción del SAHL vs Testigo.....	47
Gráfico N° 8:Porcentaje de remoción del SAHL vs Testigo.....	48
Gráfico N° 9:Concentración de Turbiedad vs OMS.....	49
Gráfico N° 10: Concentración de SST vs LMP.....	50
Gráfico N° 11: Concentración de DQO vs LMP.....	51
Gráfico N° 12: Concentración de DBO5 vs LMP	52
Gráfico N° 13: Grafica de normalidad del Afluente para el parámetro Turbiedad.	53
Gráfico N° 14: Grafica de normalidad del Efluente para el parámetro Turbiedad.....	54
Gráfico N° 15: Grafica de normalidad del Testigo para el parámetro Turbiedad.	55
Gráfico N° 16: Grafica de normalidad del Afluente para el parámetro SST.....	56
Gráfico N° 17: Grafica de normalidad del Efluente para el parámetro SST.	57
Gráfico N° 18: Grafica de normalidad del Testigo para el parámetro SST.....	58
Gráfico N° 19: Grafica de normalidad del Afluente para el parámetro DQO.....	59
Gráfico N° 20: Grafica de normalidad del Efluente para el parámetro DQO.	60
Gráfico N° 21: Grafica de normalidad del Testigo para el parámetro DQO.....	61
Gráfico N° 22: Grafica de normalidad del Afluente para el parámetro DBO5.	62
Gráfico N° 23: Grafica de normalidad del Efluente para el parámetro DBO5.....	63
Gráfico N° 24: Grafica de normalidad del Efluente para el parámetro DBO5.....	64

RESUMEN

El presente trabajo tiene el objetivo de determinar la eficiencia del Sistema acoplado de humedal artificial y lombrifiltro (SAHL) en el tratamiento de las aguas grises. El caudal que ingrese al sistema será de 0.015 m³/día; el diseño del humedal fue del tipo subsuperficial de flujo horizontal con las dimensiones de 80 cm de largo y 26 cm de ancho con 30 cm de profundidad, para el relleno se usara grava de 16 mm, 1 kg de arena fina y 6 plantas de la especie *Eichhornia Crassipes*; para el diseño del lombrifiltro se tuvo las siguientes dimensiones: 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 15 cm de profundidad, contara con 4 lechos filtrantes, el primero cama contendrá 200 lombrices de la especie *Eisenia foetida* con 5 cm de humus, la segunda cama de 10 cm de aserrín y viruta, la tercera cama de 5 cm de grava de 0.2 cm de diámetro; y la última cama de 5 cm es de piedras de rio de 0.4 cm de diámetro. Se realizaron un total de 3 muestreos los parámetros a evaluar son el DBO₅, DQO, SST, Turbiedad. Como resultados de la eficiencia de remoción de contaminantes fue del 74% de Turbiedad, 91% de Solidos suspendidos totales, 36% de Demanda química de oxígeno y 28% de la Demanda bioquímica de oxígeno. Se concluyó finalmente que el SAHL tiene mayor eficiencia de remoción en la Turbiedad y Solidos suspendidos Totales y menor en los parámetros de Demanda bioquímica de oxígeno y Demanda química de oxígeno

Palabras claves: Humedal artificial, lombrifiltro, parámetros, tratamiento aguas grises.

ABSTRACT

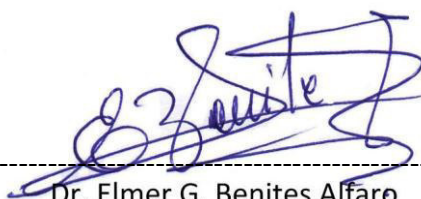
The present work has the objective of determining the efficiency of the coupled system of artificial wetland and vermicomell (SAHL) in the treatment of gray water. The flow that enters the system will be 0.015 m³ / day; The wetland design was of the horizontal flow subsurface type with the dimensions of 80 cm long, 26 cm wide and 30 cm deep, for the filling 16 mm gravel, 1 kg of fine sand and 6 plants of the *Eichhornia Crassipes* species; for the design of the lombrifiltro the following dimensions were taken: 30 cm long, 30 cm wide and 15 cm deep, it will have 4 filter beds, the first bed will contain 200 worms of the species *Eisenia Foetida* with 5 cm of humus, the second bed of 10 cm of sawdust and shavings, the third bed of 5 cm of gravel of 0.2 cm in diameter; and the last bed of 5 cm is of river stones of 0.4 cm in diameter. A total of 3 samplings were carried out. The parameters to be evaluated are BOD₅, COD, SST, Turbidity. As a result of the removal efficiency of pollutants, it was 74% of Turbidity, 91% of Total suspended solids, 36% of Chemical oxygen demand and 28% of the biochemical oxygen demand. It was finally concluded that the SAHL has greater removal efficiency in Turbidity and Total Suspended Solids and lower in the parameters of chemical demand for oxygen and biochemical oxygen demand.

Keywords: *Artificial wetland, lombrifiltro, parameters, gray water treatment.*

Yo, Elmer Benites Alfaro, encargado de investigación de la Facultad Ingeniería Ambiental y Escuela Profesional Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada “TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS MEDIANTE EL SISTEMA ACOPLADO DE HUMEDAL ARTIFICIAL Y LOMBRIFILTRO EN LA URBANIZACIÓN SANTO DOMINGO – CARABAYLLO, 2017.”, del (de la) estudiante VALLE COTERA JENNIFER DEBORAH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18% 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 entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 20 de Agosto del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP 71998

DNI: 07867259

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------