



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA  
AMBIENTAL

“Uso del filtro anaerobio de flujo ascendente y roca volcánica como  
medio de soporte para la remoción de materia orgánica en las aguas  
residuales del distrito de Oyon, Lima 2016”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Yulisa Miguelina Falcón Alvino

ASESOR:

Dr. Carlos Cabrera Carranza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Ingeniería de procesos industriales

LIMA-PERÚ

2016 - I

## **Dedicatoria**

A Dios, a mis padres que fueron y serán el motivo para seguir adelante y lograr todos mis propósitos.

La Autora

## **Agradecimiento**

Al Ing. Alejandro Suarez Alvites por la orientación, dedicación y conocimientos necesarios para la realización de este trabajo.

A la familia Murrigarra Mina ya por el apoyo y dedicación puesto en el logro de mi trabajo.

A la familia Cornejo Rivera por demostrar interés y apoyo desinteresado por brindarme su tiempo y paciencia para desarrollar mi trabajo.

La Autora

## **Declaratoria de autenticidad**

Yo, Yulisa Miguelina Falcón Alvino, con DNI N° 70066196, 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 Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, 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, 6 de Junio de 2016

Yulisa Miguelina Falcón Alvino  
**Nombres y apellidos del tesista**

## **Presentación**

Señores miembros de Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Uso del filtro anaerobio de flujo ascendente y roca volcánica como medio de soporte para la remoción de materia orgánica en las aguas residuales del distrito de Oyon, Lima 2016” la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

La Autora

# ÍNDICE

	Pág
Página del jurado	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad	iv
Presentación	v
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCION	1
1.1. Realidad problemática	2
1.2. Trabajos Previos	2
1.3. Teorías relacionadas al tema	3
1.3.1. Bacterias Anaerobias	3
1.3.2. Proceso Anaerobio	4
1.3.2.1. Hidrolisis	4
1.3.2.2. Acidogenesis	4
1.3.2.3. Acetatogenesis	4
1.3.2.4. Metanogenesis	5
1.3.3. Cinética de la descomposición anaerobia -Modelo de Monod	5
1.3.4. Inhibidores	6
1.3.5. Reactores Anaerobios	7
1.3.6. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	8
1.3.7. Parámetros de operación en el Filtro	9
1.3.7.1. Sustrato	9
1.3.7.2. Roca Volcánica	9
1.3.7.3. Características de las rocas volcánicas	9
1.3.7.4. Temperatura	10
1.3.7.5. pH	11
1.3.7.6. Nutrientes	11
1.3.7.7. Flujo de agua residual (Tiempo de Retención Hidráulica)	12
1.3.7.8. Mantenimiento	12
1.3.8. Marco legal	12
1.4. Formulación del problema	13
1.4.1. Problema general	13
1.4.2. Problema específico	13
1.5. Justificación del estudio	13
1.6. Hipótesis	14

1.6.1. Hipótesis General	14
1.6.2. Hipótesis Específica	14
1.7. Objetivos	14
1.7.1 Objetivo general	15
1.7.2 Objetivos específicos	15
II. METODO	16
2.1. Diseño de investigación	17
2.1.1 Ubicación del Filtro	17
2.1.2 Descripción del sistema de tratamiento	17
2.1.3. Determinación de parámetros de diseño del sistema de tratamiento	19
2.1.4. Determinación de la densidad de la roca	19
2.1.5 Determinación de caudales	19
2.1.6 Determinación de la eficiencia del filtro	20
2.2. Variables, operacionalizacion	20
2.2.1. Operacionalizacion de variables	20
2.3. Población y muestra	22
2.3.1 Población	22
2.3.2 Muestra	22
2.3.3 Unidad de análisis	22
2.3.4 Muestreo	22
2.3.5. Diseño experimental usado para el análisis	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	24
2.4.1 Identificación del punto de monitoreo	24
2.4.2. Parámetros a analizar	24
2.4.2.1. Variables de control	24
2.4.2.1. Variables de control dependientes	24
2.4.3 Instrumentos	25
2.4.3.1. Fichas de recolección de datos	25
2.4.3.2 Equipos	25
2.5. Método de análisis de datos	25
2.6. Construcción del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	26
2.7.3. Determinación de la densidad de la roca	29
2.7.4. Determinación de caudales del filtro	31
III. RESULTADOS	32
3.1. Resultados en la 2da etapa	33
3.2 Procesamiento de resultados obtenidos	38

3.2.1. Temperatura	38
3.2.2. pH	39
3.2.3. Procesamiento de datos en el programa matemático Mathcad	40
3.2.4. Análisis de la función y varianza para la prueba de hipótesis	42
3.2.5. Prueba de hipótesis –análisis ANOVA	43
IV. DISCUSIÓN	48
V. CONCLUSIÓN	50
VI. RECOMENDACIONES	52
IV. REFERENCIAS	54
ANEXO I: Matriz de consistencia	59
ANEXO II: Requisitos para toma de muestras de agua Residual y preservación de las muestras para el monitoreo	60
ANEXO III: Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR	61
ANEXO IV: Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	61
ANEXO V: Clasificación de las rocas volcánicas	62
ANEXO VI: Ficha de Ubicación del punto de monitoreo y Registro de datos de campo	63
ANEXO VII: Ficha de Reporte de resultados del monitoreo	64
ANEXO VIII: Etiqueta para muestras de agua residual	65
GALERIA FOTOGRAFICA	63

### **INDICE DE CUADROS**

Cuadro N° 1 Parámetros de diseño del sistema de tratamiento	19
Cuadro N° 2 Operacionalización de variables	21
Cuadro N° 3 Parámetros a medir después del tratamiento	25
Cuadro N° 4 Ubicación del punto de monitoreo y registro de datos de campo	29
Cuadro N° 5 Calculo de caudales aproximados	31
Cuadro N° 6 Resultados obtenidos	33
Cuadro N° 7 Resultados obtenidos M1	33
Cuadro N° 8 Resultados obtenidos M2	34
Cuadro N° 9 Resultados obtenidos M3-1	34
Cuadro N° 10 Resultados obtenidos M3-2	35
Cuadro N° 11 Resultados obtenidos M3-3	35
Cuadro N° 12 Resultados obtenidos M3-4	36
Cuadro N° 13 Resultados obtenidos M3-5	36
Cuadro N° 14 Resultados obtenidos M4	37

Cuadro N° 15 Resultados obtenidos M5	37
Cuadro N° 16 Resumen de Resultados del trabajo de campo	38
Cuadro N° 17 Valores numéricos de los parámetros	43
Cuadro N° 18 Análisis de varianza para el modelo de segundo orden	43

### **INDICE DE GRAFICOS**

Grafico N° 1 Concentración de sustrato sobre la velocidad de crecimiento bacteriano	6
Grafico N° 2 Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	8
Grafico N° 3 Las tasas de crecimiento de los metanógenos	10
Grafico N° 4 Diseño Factorial	23
Grafico N° 5 Variación de temperaturas en el efluente del filtro anaerobio	39
Grafico N° 6 Variación del pH en el efluente del filtro anaerobio	40

### **INDICE DE FIGURAS**

Figura N° 1 Roca volcánica	10
Figura N° 2 -3 Ubicación del distrito de Oyon y del filtro anaerobio	17
Figura N° 4 Materiales utilizados para la construcción del filtro anaerobio	27
Figura N° 5-7 Construcción y prueba del filtro anaerobio	28
Figura N° 8-11 Limpieza y preparación de la roca volcánica	29
Figura N° 12 Determinación de densidad	30
Figura N° 11 modelamiento de segundo orden para resultados de DBO	44
Figura N° 12 modelamiento de segundo orden para resultados de DQO	45
Figura N° 13 Comportamiento del Modelo de Segundo Orden para resultados de Eficiencia del Filtro Anaerobio	46
Figura N° 14 Comportamiento del Modelo de Segundo Orden por sectores de eficiencia	47

## RESUMEN

La presente investigación se realizó para determinar las condiciones óptimas de trabajo del filtro anaerobio de flujo ascendente usando como medio de soporte roca volcánica para la remoción de materia orgánica en las aguas residuales domiciliarias del distrito de Oyon – Lima. Para lo cual se tomó una muestra representativa de 500 litros de agua residual de las instalaciones de la planta de tratamiento ubicada en la zona denominada Pishgopuquio del distrito de Oyon, en la primera etapa se hizo recircular 250 litros de agua residual en el filtro durante 30 días con el objetivo de generar un ambiente microbiano propicio para la remoción de materia orgánica.

Para el análisis de condiciones óptimas del filtro se volvió a tomar otra muestra de 250 litros, utilizando tiempos de retención hidráulica de 1, 4.5 y 8 horas y alturas del medio de soporte de 0.5, 0.8 y 1.1 metros. Al término del tratamiento se obtuvo como resultados óptimos los porcentajes de remoción de materia orgánica expresados en parámetros de DBO y DQO de 95.7% y 93.8% respectivamente para tiempos de retención hidráulica de 4.5 horas y alturas de medio de soporte de 0.80m. De tal manera se comprobó que el filtro anaerobio de flujo ascendente y roca volcánica como medio de soporte tienen la capacidad de remover la materia orgánica de aguas residuales domésticas, por lo cual se pueden utilizar como una herramienta efectiva y económica para tratamientos secundarios de aguas residuales para poblaciones pequeñas

Palabras claves: materia orgánica, roca volcánica, remoción, agua residual, condiciones óptimas.

## ABSTRACT

This research was conducted to determine the optimal working conditions of the upflow anaerobic filter using volcanic rock as a means of support for the removal of organic matter in domestic wastewater district Oyon - Lima. For which a representative sample of 500 liters of wastewater from the facilities of the plant located treatment in the area called Pishgopuquio district Oyon, in the first stage took was recirculated 250 liters of waste water into the filter for 30 days in order to create a favorable environment for microbial removal of organic matter.

For optimum analysis of the filter again another sample of 250 liters, using hydraulic retention times of 1, 4.5 and 8 hours and heights of supporting means 0.5, 0.8 and 1.1 meters. At the end of treatment it was obtained as optimal results the percentage removal of organic matter expressed in BOD and COD parameters of 95.7% y 93.8% respectively for hydraulic retention times 4.5 times and heights of supporting means 0.80m. Thus it was found that the anaerobic filter upstream and volcanic rock as support means have the ability to remove organic matter from domestic wastewater, so can be used as an effective and economical tool for secondary treatment of wastewater for small populations

Keywords: organic matter, volcanic rock, removal, wastewater, optimum conditions.