



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“EFICIENCIA DEL REACTOR BIOLÓGICO EN EL TRATAMIENTO  
DE LIXIVIADOS DEL BOTADERO CONTROLADO SAN JUAN DE  
TULUMAYO, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO, 2016.”**

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

**AUTORA:**

HOYOS CORREA, Hedvig Pilar

**ASESOR:**

DR. CUELLAR BAUTISTA, Eloy

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

LIMA – PERÚ

2016

**PAGINA DEL JURADO**

---

**Mg. Elmer BENITES ALFARO**  
**(PRESIDENTE)**

---

**Mg. Luis GAMARRA CHAVARRY**  
**(SECRETARIO)**

---

**DR. Eloy, CUELLAR BAUTISTA**  
**(VOCAL)**

## DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a mis Padres que siempre me apoyaron e Incentivaron la investigación. Dedico también el presente trabajo a todas las diferentes instituciones, gremios y/o empresas generadoras de residuos, que hasta la actualidad no toman conciencia sobre el tratamiento y/o manejo de los mismos, no teniendo idea de la magnitud del daño que causan al ambiente, así también no tener en consideración los beneficios que se podrían conseguir con el reaprovechamiento de estos residuos, los mismos que pueden servir de materia prima para otro tipo de procesos, o también tratando los lixiviados generados por los Rellenos Sanitarios o usándolos para riego u obteniendo biogás que permita su aprovechamiento transformándolos en energía eléctrica.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo Sede San Juan de Lurigancho alma mater y acogerme para mi formación profesional.

Me gustaría en estas líneas expresar mi agradecimiento sobre todas las cosas a Dios por guiarme siempre por el camino correcto y permitirme haber llegado a estas instancias. Agradecer infinitamente a mis padres el Sr Javier Hoyos Maravi y la Sra. Carmela Correa quienes con esfuerzo y empeño me formaron con buenos principios y valores. También agradecer a mi tío el Sr. Walter López Maravi por siempre darme buenos consejos y motivación de aliento a seguir la carrera ya que desde mi secundaria tenía bien en claro lo que quería estudiar ,ya que siempre me gusto la carrera de ingeniería ambiental.

A los docentes de pregrado y de tesis, pues a ellos les debo el contar con los conocimientos necesarios para muchos de los análisis llevado a cabo en esta tesis y los ánimos a seguir adelante, reconociendo de manera especial al Dr. Eloy Cuellar Bautista, Msc. Wilber Quijano Pacheco, Ing. Omar Vásquez Aranda e Ing. Luis Araujo Ramos que me guiaron y me brindaron todo su apoyo para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Como olvidar darles las gracias a aquellas grandes personas que me permitieron realizar mis experiencias en el laboratorio , un agradecimiento en especial a los técnicos asistentes de los laboratorios de la Universidad Cesar Vallejo San Juan de Lurigancho que siempre me facilito los instrumentos requeridos .

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo HOYOS CORREA, Hedvig Pilar con DNI N° 45035488, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Título de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela 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 muestran en la presente tesis con 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 06 de Diciembre del 2016

---

**HOYOS CORREA, Hedvig Pilar**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado , presento ante ustedes la Tesis titulada EFICIENCIA DEL REACTOR BIOLOGICO EN EL TRATAMIENTO DEL LIXIVIADO DEL BOTADERO CONTROLADO SAN JUAN DE TULUMAYO, SAN RAMÓN , CHANCHAMAYO, 2016. Con la finalidad de determinar si el lixiviado del botadero controlado San Juan de Tulumayo llegó a reducir su carga orgánica mediante el uso del Biorreactor Aerobio , en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental .

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación

HOYOS CORREA, Hedvig Pilar

## ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE CUADROS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	14
1.1. Realidad Problemática.....	15
1.2. Trabajos Previos.....	17
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	21
<b>1.3.1 Marco teórico</b> .....	21
1.4. Formulación del problema.....	36
<b>1.4.1. Problema general</b> .....	36
<b>1.4.2. Problemas específicos</b> .....	36
1.5. Justificación del estudio.....	36
1.5.1 Justificación teórica .....	37
1.5.2 Justificación metodológica .....	37
1.5.3 Justificación social.....	38
1.6 OBJETIVOS .....	38
<b>1.6.1 Objetivo general</b> .....	38
<b>1.6.2 Objetivos Específicos</b> .....	38
1.7 Hipótesis .....	39
<b>1.7.1 Hipótesis general</b> .....	39
<b>1.7.2 Hipótesis específicas</b> .....	39
<b>II. METODO</b> .....	39

2.1.	Diseño de investigación.....	39
<b>2.2.1.</b>	<b>Tipo de la investigación.....</b>	<b>39</b>
<b>2.2.2.</b>	<b>Alcance de la investigación.....</b>	<b>40</b>
2.2.	Variables y operacionalización.....	41
<b>2.2.1.</b>	<b>Identificación de variable.....</b>	<b>41</b>
<b>2.2.2.</b>	<b>Operacionalización de variables.....</b>	<b>41</b>
2.3.	Población y muestra.....	42
<b>2.3.1.</b>	<b>Población.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3.2.</b>	<b>Muestra.....</b>	<b>42</b>
<b>2.5</b>	<b>Alcance y aplicación del protocolo Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).....</b>	<b>44</b>
2.5.1	Metodología de alcance y aplicación del protocolo.....	45
2.5.1.1	Punto de monitoreo.....	45
<b>2.5.1.3</b>	<b>Desarrollo del monitoreo.....</b>	<b>45</b>
2.6	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	47
2.6.2	Validación y confiabilidad del instrumento.....	47
2.6.3	Confiabilidad de los instrumentos.....	48
2.6.3.1	Recolección y análisis del lixiviado del botadero de San Juan de Tulumayo....	48
2.6.3.2	Análisis fisicoquímico de las muestras.....	49
2.6.3.3	PROCEDIMIENTO, DEFINICIÓN, DISEÑO Y MATERIALES DEL REACTOR BIOLÓGICO PARA EL TRATAMIENTO DEL LIXIVIADO.....	51
<b>2.6.3.3.1</b>	<b>Fase 1: por aireación.....</b>	<b>51</b>
<b>2.6.3.3.2</b>	<b>Definición de Biorreactor con flujo de aire.....</b>	<b>52</b>
2.7	Métodos de análisis de datos.....	54
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>
3.1	GENERACIÓN DIARIA DE LIXIVIADO.....	55
3.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL REACTOR BIOLÓGICO.....	56
<b>3.2.1</b>	<b>Capacidad.....</b>	<b>56</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Tiempo.....</b>	<b>56</b>
3.3	PROCESO DEL REACTOR BIOLÓGICO.....	56
<b>3.3.1</b>	<b>INYECCIÓN DE AIRE.....</b>	<b>56</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Volumen de agua tratada del lixiviado.....</b>	<b>57</b>



3.4	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL LIXIVIADO .....	57
3.5	EFICIENCIA DEL REACTOR .....	61
3.5.1	Para la DBO .....	61
3.5.2	Para la DQO .....	61
3.6	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE CADA PARÁMETRO SEGÚN EL TIEMPO (día 0 y día 5, día 15 y día 20). .....	62
3.7	CUADROS COMPARATIVOS DE LOS LMP DE EFLUENTE DE INFRAESTRUCTURA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE CHILE Y ECUADOR, Día (0) y Día (20). (Ver el Anexo 11 y 12).....	67
3.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	69
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIONES</b> .....	<b>87</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>88</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>89</b>
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	90
	ANEXO N° 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	95
	ANEXO N° 2 : FICHA TÉCNICA PARA LA RECOPIACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS.....	97
	ANEXO N° 3 : FICHA DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR .....	97
	ANEXO N° 4.....	99
	ANEXO N° 5 INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN PARA VALIDA .....	101
	ANEXO N° 6 : ETIQUETA.....	105
	ANEXO N° 7 FORMATO DE INGRESO DE MUESTRAS AL LABORATORIO.....	106
	ANEXO N° 8 : PANEL FOTOGRÁFICO.....	107
	Botadero San Juan de Tulumayo .....	107
	ANEXO N° 9 : Tablas.....	111
	ANEXO N° 10 : FOTOS DE LA BOMBA DE FILTRO.....	112
	ANEXO N° 11 : Límites máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales DECRETO SUPREMO N° 003-2010- MINAM .....	113
	ANEXO N° 12 : .....	114
	ANEXO N° 13 : LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA DESCARGAS LÍQUIDAS POR CUERPO RECEPTOR. ....	115

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Índice de recolección de lixiviado en el botadero controlado San Juan de Tulumayo.....	55
Cuadro N° 2: Resultados fisicoquímicos del día 0.....	57
Cuadro N° 3: Resultados Fisicoquímicos del Día 5.....	58
Cuadro N° 4: Resultados Fisicoquímicos del Día 15.....	59
Cuadro N° 5: Resultados fisicoquímicos del Día 20.....	60
Cuadro N° 6: prueba de normalidad pH.....	69
Cuadro N° 7: pH DÍA 0 – 5.....	70
Cuadro N° 8: pH DÍA 0 -15.....	70
Cuadro N° 9: pH DÍA 0 -20.....	71
Cuadro N° 10: PRUEBA DE NORMALIDAD DBO.....	71
Cuadro N° 11: DBO DÍAS 0 -5.....	72
Cuadro N° 12: DBO días 0 -15.....	72
Cuadro N° 13: DBO días 0 - 20.....	72
Cuadro N° 14: PRUEBA DE NORMALIDAD DQO.....	73
Cuadro N° 15: DQO Día 0 - 5.....	73
Cuadro N° 16: DQO Día 0 – 15.....	74
Cuadro N° 17: DQO Día 0 – 20.....	74
Cuadro N° 18: PRUEBA DE NORMALIDAD P- Total.....	75
Cuadro N° 19: P-Total Día 0 – 5.....	75
Cuadro N° 20: P-Total Día 0 – 15.....	76
Cuadro N° 21: P-Total Día 0 – 20.....	76
Cuadro N° 22: Prueba de normalidad N-Total.....	77
Cuadro N° 23: N-Total Día 0 – 5.....	77
Cuadro N° 24: N-Total Día 0 – 15.....	78
Cuadro N° 25: N-Total Día 0 – 20.....	78
Cuadro N° 26: PRUEBA DE NORMALIDAD ACEITES Y GRASAS.....	79
Cuadro N° 27: Aceites y Grasas Día 0 – 5.....	79
Cuadro N° 28: Aceites y Grasas Día 0 – 15.....	80
Cuadro N° 29: Aceites y Grasas Día 0 – 20.....	80
Cuadro N° 30: PRUEBA DE NORMALIDAD COT.....	81
Cuadro N° 31: COT Día 0 – 5.....	81
Cuadro N° 32: COT Día 0 – 15.....	82
Cuadro N° 33: COT Día 0 – 20.....	82
Cuadro N° 34: Prueba de normalidad SST.....	83
Cuadro N° 35: SST Día 0 – 5.....	83
Cuadro N° 36: SST Día 0 – 15.....	84
Cuadro N° 37: SST Día 0 – 20.....	84

Cuadro N° 38: Prueba de normalidad Temperatura .....	85
Cuadro N° 39: Temperatura Día 0 -5 .....	85
Cuadro N° 40: Temperatura Día 0-15 .....	86
Cuadro N° 41: Temperatura Día 0 - 20 .....	86

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Aireador de superficie .....	22
Figura N° 2: Lechos Anaerobios.....	24
Figura N° 3: Reactores de lecho fluidizado.....	25
Figura N° 4: Límites máximos permisibles para todo tipo de vertimiento. (Día 0)...	68
Figura N° 5: Límites máximos permisibles para todo tipo de vertimiento. (Día 20).	69

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Cuadro de Operacionalización de variables.....	41
Tabla N° 2: <i>Valoración de Expertos</i> .....	47
Tabla N° 3: Estadística de fiabilidad con Alfa de Cronbach .....	48
Tabla N° 4: Población Perú desde al año 2000 al año 2015 (en millones de habitantes) .....	111

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Promedios de los Parámetros Día 0.....	58
Gráfico N° 2: Promedio de los Parámetros Día 5.....	59
Gráfico N° 3: Promedios de los Parámetros Día 15 .....	60
Gráfico N° 4: Promedio de los Parámetro Día 20 .....	61
Gráfico N° 5: Potencial de Hidrógenos Vs Tiempo .....	62
Gráfico N° 6: Parámetro DBO Vs Tiempo .....	62
Gráfico N° 7: Parámetro DQO Vs Tiempo.....	63
Gráfico N° 8: Parámetro P- Total Vs Tiempo.....	64
Gráfico N° 9: Parámetro N- Total Vs Tiempo.....	64
Gráfico N° 10: Parámetro COT Vs Tiempo .....	65
Gráfico N° 11: Parámetro Aceites y Grasas VS Tiempo.....	65
Gráfico N° 12: Parámetro Sst Vs Tiempo.....	66
Gráfico N° 13: Parámetro Temperatura Vs Tiempo.....	67

## **RESUMEN**

El trabajo realizado tuvo por finalidad la caracterización y cuantificación del lixiviado generado en el botadero controlado San Juan de Tulumayo de la ciudad de San Ramón, Chanchamayo Junín 2016, y la evaluación del sistema de tratamiento biológico a escala laboratorio a fin de conocer su eficiencia en un determinado periodo de tiempo.

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo a partir del diseño de un reactor biológico aerobio para el tratamiento del lixiviado, el cual fue monitoreado en cuatro periodos de tiempo hasta alcanzar los 20 días. Luego de transcurrido dicho tiempo se calculó la eficiencia en función de cada uno de los parámetros fisicoquímicos utilizados para su caracterización. El objetivo principal de esta investigación como se mencionó anteriormente se basa en determinar la eficiencia del reactor biológico para reducir la carga orgánica contaminante de lixiviado generado por el botadero controlado San Juan de Tulumayo, expresándolo para su cuantificación como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Los ensayos de la investigación se llevaron a cabo en el laboratorio de calidad Ambiental de la UCV Lima Este, donde se trabajó con 18 litros de lixiviado de residuos sólidos, del cual se tomó periódicamente un volumen aproximado de 1 L de muestra que se destinó para los análisis de los parámetros físicos y 5L para los parámetros químicos, y el volumen restante fue utilizado para el tratamiento del lixiviado en el biorreactor. Los resultados finales fueron comparados en cuatro (4) tiempos distintos, Para el análisis del resultados final se determinó por el diseño experimental determinándose que hubo diferencia significativa a favor del tratamiento del biorreactor en el día 20. En conclusión Según los análisis físicos químicos que analizamos que el día 20 se obtuvo mejor resultado ya que se logró bajar todos los parámetros como (PH, DBO, DQO, P-Total, N-Total, COT, Aceites y Grasas, SST, Temperatura). Y llegando a concluir que el tratamiento fue óptimo para el tratamiento del lixiviado del botadero controlado San Juan de Tulumayo.

**PALABRAS CLAVE:** Lixiviado, Reactor Biológico, Botadero

## **ABSTRACT**

The objective of this work was to characterize and quantify the leachate generated at the San Juan de Tulumayo controlled dump of the city of San Ramón, Chanchamayo Junín 2016, and to evaluate the biological treatment system at the laboratory scale in order to know its efficiency in a certain period of time.

The development of the research was carried out from the design of an aerobic biological reactor for the treatment of the leachate, which was monitored in four periods of time until reaching the 20 days. After this time, the efficiency was calculated according to each of the physico-chemical parameters used for its characterization. The main objective of this research as mentioned above is based on determining the efficiency of the biological reactor to reduce the organic pollutant load of leachate generated by the San Juan de Tulumayo controlled dump, expressing it for its quantification

Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD).

The research trials were carried out in the Environmental Quality Laboratory of the Lima East UCV, where 18 liters of solid waste leach was used, from which an approximate volume of 1 L of sample was used periodically for The analyzes of the physical parameters and 5L for the chemical parameters, and the remaining volume was used for the treatment of the leachate in the bioreactor. The final results were compared at four (4) different times, for the final results analysis was determined by the experimental design determining that there was significant difference in favor of the treatment of the bioreactor on day 20. In conclusion According to the physical chemical analyzes that we analyzed (PH, BOD, COD, Total P, Total N, COT, Oils and Fats, SST, Temperature). And concluding that the treatment was optimal for the treatment of the leachate of the controlled dump San Juan de Tulumayo.

**KEYWORDS: Leachate, Biological Reactor, Dumping**