



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

Remoción de Hidrocarburo de Petróleo (TPH) en un suelo  
contaminado, mediante el uso de *Compost* y *Humus* a base de  
estiércol vacuno Los Olivos 2013-2014.

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

**AUTOR:**

Yanqui Pillpe, Carol Whilda.

**ASESOR:**

Mag. Ing. Amancio Guzmán Rodríguez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Ingeniería de Conservación y Protección de los Recursos Naturales.

**LIMA - PERÚ**

2014 -I

## DEDICATORIA

*La presente Tesis se la dedico en primer lugar a Dios, ya que sin él nada de esto fuera posible por haberme dado la inteligencia, la salud y por ser mi guía en cada paso que doy.*

*A mis padres Cayo Yanqui y Juana Pillpe, por ser los motores que me impulsan a ser mejor persona, a mi padre por su apoyo incondicional y ser mi ejemplo de superación, a mi madre por todos sus sacrificios a pesar de nuestra distancia física todos estos años siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntas, sé que este momento es especial para ti como lo es para mí, a ambos que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes dos mis grandes amores les dedico este primer logro de mi vida.*

*A mis hermanos Freddy, Karen y Edward por ser las personas que motivaron en mí el bienestar y siempre encontré en ellos una palabra de aliento y cariño en los momentos difíciles, muchas gracias por a cada uno de ustedes por sus consejos y su gran amor.*

*A mi Tía Martha y mi prima Luzmila por su apoyo y confianza en cada momento de mi vida, por extenderme las puertas de su hogar y quererme tanto, por siempre estar dispuestas a escucharme y ayudarme en cualquier momento.*

*A una persona especial, Angel Morales que siempre tuvo palabras de aliento y apoyo en muchos momentos, gracias amor por todo lo haces por mí.*

*A todos en general por darme el tiempo para realizarme profesionalmente, espero no defraudarlos y contar con ustedes en cada momento de mi vida.*

## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar doy las gracias a Dios, por permitirme tener una hermosa familia y poder disfrutar este logro con ellos, por haberme brindado salud y ser mi guía para culminar esta etapa de mi vida.*

*A mis padres Cayo y Juana por el apoyo y la confianza que siempre tuvieron en mí, por darme esas palabras correctas en el momento indicado “todo se logra con sacrificios tu puedes” frase de mi padre que siempre quedará en mí, a mi madre por haberme brindado su amor y por todo su sacrificio, por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar a ambos gracias por haber corregido mis faltas gracias a ello ahora culmino una etapa de mi vida todo esto es gracias a ustedes.*

*A mis hermanos, Freddy, Karen y Edward quienes son personas de bien y dignos ejemplos a seguir, del mismo modo espero ser el ejemplo y guía de mi hermano menor Edward a quien amo infinitamente, a ustedes tres les agradezco por todo su apoyo y por todas las alegrías compartidas con ustedes a lo largo de mi vida.*

*Al Biólogo Daniel Valle Basto, por haber sido el primer profesional que me dio la oportunidad de crecer en mi carrera, por sus consejos, por su apoyo, por su amistad siempre recordare sus enseñanzas muchas gracias por formar parte de mi formación profesional.*

*Al Magister Amancio Rodríguez Guzmán, por su incondicional apoyo y dedicación como profesional para poder culminar este proyecto de investigación.*

*A todas las personas que formaron parte de mi etapa de estudiante gracias por su amistad llevare los mejores recuerdos de ustedes.*

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, CAROL WHILDA YANQUI PILLPE, identificada con el DNI N°: 47086437, declaro que la tesis de grado titulada: ***Remoción de Hidrocarburo de Petróleo en un suelo contaminado, mediante el uso de Compost y Humus a base de estiércol vacuno Los Olivos 2013-2014*** ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis de grado en mención.

Lima, Junio 2014



---

Carol Whilda Yanqui Pillpe

## PRESENTACIÓN

La investigación realizada pretende identificar nuevas técnicas de biorremediación o tratamientos biológicos usando procesos biológicos ricos en nutrientes, las cuales sirvan como material mitigador para remover contaminantes tóxicos se espera que estas nuevas técnicas sean aplicadas en suelos contaminados con TPH (Hidrocarburo Totales de Petróleo). Para ello se elaboró un sistema de Tratamiento de suelos utilizando los siguientes procesos biológicos: Compost y Humus a base de estiércol vacuno para determinar si se pueden ser utilizado remediadores de este contaminante al transcurrir el tratamiento.

Se llegaron a diversas conclusiones con respecto a los tratamientos, los datos se obtuvieron de los resultados de concentración inicial de TPH y la concentración final de TPH de cada tratamiento, Una vez analizados los resultados pasaron por pruebas estadísticas con el fin de poder determinar si se pueden afirmar las hipótesis planteadas (eficiencia del compost y humus en remover TPH) o la hipótesis nula (reducción de TPH). Para la validación de hipótesis se usó el diseño factorial 2x2 usando ANOVA para medir el nivel de significancia y las medias de los resultados estadísticos.

## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| Dedicatoria .....   | ii        |
| Agradecimiento.....                                       | iii       |
| Declaratoria de autenticidad.....                         | iv        |
| Presentación .....  | v         |
| Índice .....  | vi        |
| RESUMEN.....  | xi        |
| ABSTRACT.....   | xii       |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                               | <b>1</b>  |
| 1.1 Problema.....   | 19        |
| 1.1.1 Problema General:.....                              | 19        |
| 1.1.2 Problemas específicos: .....                        | 19        |
| 1.2 Hipótesis.....  | 19        |
| 1.2.1 Hipótesis General.....                              | 19        |
| 1.2.2 Hipótesis Específicas.....                          | 20        |
| 1.3 Objetivos.....  | 21        |
| 1.3.1 Objetivo General.....                               | 21        |
| 1.3.2 Objetivos Específicos.....                          | 21        |
| <b>2. MARCO METODOLÓGICO.....</b>                         | <b>21</b> |
| 2.1. Variables.....                                       | 21        |
| 2.1.1 Variable Dependiente.....                           | 21        |
| 2.1.2 Variable Independiente.....                         | 21        |
| 2.2 Operacionalización de variables.....                  | 22        |
| 2.3 Metodología.....                                      | 23        |
| 2.3.1 Materiales y Equipos Utilizados.....                | 32        |
| 2.4 Tipo de estudio.....                                  | 33        |
| 2.5 Diseño de investigación .....                         | 33        |
| 2.6 Población, muestra y muestreo.....                    | 33        |
| 2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 34        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.7.1. Validación y confiabilidad del Instrumento..... | 34        |
| 2.7.2. Procedimientos de recolección de datos.....     | 34        |
| 2.8. Método de análisis de datos .....                 | 35        |
| 2.9. Consideraciones éticas.....                       | 37        |
| <b>3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>                | <b>38</b> |
| 3.1 Etapa pre-experimental.....                        | 38        |
| 3.2 Etapa experimental.....                            | 39        |
| 3.3 Resultados de remoción .....                       | 41        |
| 3.4 Resultados estadísticos .....                      | 48        |
| <b>4. CONCLUSIONES.....</b>                            | <b>53</b> |
| <b>5. RECOMENDACIONES.....</b>                         | <b>54</b> |
| <b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>              | <b>55</b> |
| <b>7. ANEXOS.....</b>                                  | <b>57</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1. Compost Utilizado .....                             | 14 |
| FIGURA 2. Humus Utilizado.....                                | 15 |
| FIGURA 3. Mapa de la zona de estudio.....                     | 24 |
| FIGURA 4. Mapa del lugar donde se realizó el experimento..... | 24 |
| FIGURA 5. Homogenización de la muestra.....                   | 25 |
| FIGURA 6. Homogenización de las muestras.....                 | 25 |
| FIGURA 7. Muestreo del suelo contaminado.....                 | 25 |
| FIGURA 8. Pesaje del suelo contaminado.....                   | 25 |
| FIGURA 9. Humus utilizado.....                                | 28 |
| FIGURA 10. Compost utilizado.....                             | 28 |
| FIGURA 11. Preparación de las muestras.....                   | 28 |
| FIGURA 12. Pesaje de las muestras.....                        | 28 |
| FIGURA 13. Implementación de las pozas de tratamientos.....   | 29 |
| FIGURA 14. Pozas de tratamiento diseño factorial 2x2.....     | 29 |
| FIGURA 15. Monitoreo de las Pozas de tratamiento.....         | 29 |
| FIGURA 16. Preparación de los tratamientos.....               | 30 |
| FIGURA 17. Vaciado de las muestras.....                       | 30 |
| FIGURA 18. Etiquetado de las muestras.....                    | 30 |
| FIGURA 19. Muestras listas y etiquetadas.....                 | 30 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1 Dosificación por tratamientos.....                          | 27 |
| TABLA 2 Resultados de análisis de los resultados .....              | 35 |
| TABLA 3 Resultados iniciales de TPH.....                            | 36 |
| TABLA 4 Promedio de los resultados Iniciales de TPH.....            | 36 |
| TABLA 5 Resultados finales de TPH.....                              | 37 |
| TABLA 6 Promedio de los resultados Finales de TPH.....              | 37 |
| TABLA 7 Resultados del porcentaje de remoción.....                  | 38 |
| TABLA 8 Porcentaje de remoción por promedio.....                    | 40 |
| TABLA 9 Comparación de los resultados finales con el ECA suelo..... | 41 |
| TABLA 10 Análisis de prueba de Hipótesis F-FISHER.....              | 44 |
| TABLA 11 Análisis de resultados primarios.....                      | 44 |
| TABLA 12 Suma de cuadrados.....                                     | 45 |
| TABLA 13 Análisis de resultados secundarios.....                    | 46 |

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

|  |    |
|--|----|
| GRÁFICA 1. Valores de TPH Inicial y Final .....  | 38 |
| GRÁFICA 2. Porcentaje de remoción de TPH en suelos<br>Contaminados usando compost.....         | 39 |
| GRÁFICA 3. Porcentaje de remoción de TPH en suelos<br>Contaminados usando humus.....           | 39 |
| GRÁFICA 4. Porcentaje de remoción de TPH en suelos<br>Contaminados usando compost y humus..... | 40 |
| GRÁFICA 5. Porcentaje de remoción por tratamiento.....   | 41 |
| GRÁFICA 6. Posición de tratamientos.....   | 41 |

## RESUMEN

La presente investigación busca determinar nuevas técnicas de recuperación del suelo contaminado que nos sirvan para poder mitigar los problemas ambientales que tenemos hoy en día. La biorremediación es una técnica que consiste en usar organismos vivos para el consumo de los hidrocarburos de petróleo en el suelo esta alternativa es de bajo costo y ambientalmente viable. Es así, que a través de la implementación de un sistema de tratamientos de los suelos se pretende determinar si los procesos biológicos escogidos para esta Investigación actúan como material mitigador y disminuyen las concentraciones de TPH en el suelo.

Se instaló el experimento a nivel de plan piloto en el domicilio Mz K2 Lote 9 San Alberto Ubicado en Distrito de los Olivos, Lima, aplicándose el modelo estadístico Diseño Factorial 2x2, con dos repeticiones y cuatro tratamientos sumando un total de 08 unidades experimentales, para lo cual se emplearon dos procesos biológicos el compost y humus a base de estiércol vacuno y suelo contaminado proveniente de la Refinería la Pampilla el cual presentaba una concentración de (3550 mg tph/kg suelo), se procedió a realizar las combinaciones para cada tratamiento cada uno 300 gr de material mitigador y 700 gr suelo contaminado, quedando las siguientes combinaciones: T1 Patrón: Suelo contaminado ,T2: 300gr (compost)+700gr (suelo contaminado) ,T3: 300gr (humus)+700gr (suelo contaminado) y T4: 600gr (compost humus)+700gr (suelo contaminado) –dos repeticiones cada una. El experimento tuvo un periodo de tiempo de 30 días, para medir el porcentaje remoción se analizaron las concentraciones iniciales (antes del tratamiento) y las concentraciones finales (después del tratamiento). Los resultados obtenidos demuestran que todos los tratamientos obtuvieron una reducción significativa del contaminante, sin embargo comparando los tratamientos uno con el otro el que mejor ha remediado los suelo es el T2 donde se usó humus puesto que la concentración inicial fue de 2154mg/kg de TPH y disminuyo a 989mg/Kg de TPH teniendo un porcentaje de remoción del 59%.del TPH en el suelo contaminado, siendo este el tratamiento más recomendable para remover Hidrocarburos de Petróleo en suelos contaminados.

## **ABSTRACT**

This research seeks to identify new recovery techniques contaminated soil that help us to mitigate environmental problems we have today. Bioremediation is a technique that involves using living organisms for consumption of petroleum hydrocarbons in soil this alternative is low-cost and environmentally viable.

So, that through the implementation of a treatment system of the soil is intended to determine whether the biological processes chosen for this research act as mitigating material TPH concentrations fall to the ground.

The experiment was installed in a pilot plan at home Mz K2 Lot 9 San Alberto Located in District Olivos, Lima, whichever 2x2 factorial statistical model design with two replications and four treatments totaling 08 experimental units for which two biological processes compost and humus were used based on cow manure and contaminated soil from the Pampilla Refinery which had a concentration (3550 mg TPH / kg soil), we proceeded to make combinations for each treatment each a 300 gr of mitigating material 700 gr contaminated soil, leaving the following combinations: T1 Pattern: contaminated soil, T2: 300g (compost) +700 g (contaminated soil), T3: 300g (humus) +700 g (contaminated soil) and T4 : 600g (compost humus) +700 g (contaminated soil), two replicates each.

The experiment had a period of 30 days, to measure the percentage removal initial concentrations were analyzed (before treatment) and the final concentrations (after treatment). The results show that all treatments achieved a significant reduction of the pollutant, however comparing treatments with each other which has remedied the best soil is humus where T2 was used as the initial concentration of TPH was 2154mg/kg and decreased to 989mg/Kg having a TPH removal percentage of 59%. TPH in contaminated soil, which is the most recommended way to remove Petroleum Hydrocarbons in contaminated soil treatment