

Escuela de Posgrado

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN
AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

Tesis

**Propuesta de plan de remediación de
suelos en la planta de abastecimiento de
combustible, Cusco, 2023**

Elio Felipe Nuñez Leyva

Para optar el Grado Académico de
Maestro en Ciencias con Mención en
Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible

Cusco, 2025

ANEXO 6

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Mg. JAIME SOBRADOS TAPIA
Director Académico de la Escuela de Posgrado
DE : **M.Sc. LESLIE CRISTINA LESCANO BOCANEGRA**
Asesor del Trabajo de Investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de Trabajo de Investigación
FECHA : **19 DE SETIEMBRE DEL 2024**

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado Asesor del Trabajo de Investigación titulado **“PROPUESTA DE PLAN DE REMEDIACIÓN DE SUELOS EN LA PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE CUSCO, 2023”**, perteneciente al **Ing. ELIO FELIPE NUÑEZ LEYVA**, de la **MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**; se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado **14 %** de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI ☒ NO ☐
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: < 20) SI ☒ NO ☐
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI ☒ NO ☐

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



MSc. LESLIE CRISTINA LESCANO BOCANEGRA
DNI. Nº 01101040

Arequipa
Av. Los Incas S/N,
José Luis Bustamante y Rivero
(054) 412 030

Calle Alfonso Ugarte 607, Yanahuara
(054) 412 030

Huancayo
Av. San Carlos 1980

Cusco
Urb. Manuel Prado - Lote B, Nº 7 Av. Collasuyo
(084) 480 070

Sector Angostura KM. 10,
carretera San Jerónimo - Saylla
(084) 480 070

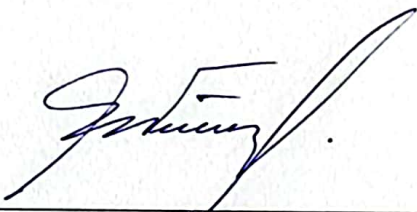
Lima
Av. Alfredo Mendiola 5210, Los Olivos

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, NUÑEZ LEYVA ELIO FELIPE, identificado con Documento Nacional de Identidad N° 10638275, egresado de la MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La Tesis titulada "PROPUESTA DE PLAN DE REMEDIACION DE SUELOS EN LA PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE CUSCO, 2023", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Grado Académico de MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE.
2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La Tesis es original e inédita, y no ha sido realizada, desarrollada o publicada, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicada ni presentada de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.



NUÑEZ LEYVA ELIO FELIPE
DNI. N° 10638275

Lima, 06 de noviembre de 2024.



Huella

Arequipa
Av. Los Incas S/N,
José Luis Bustamante y Rivero
(054) 412 030

Calle Alfonso Ugarte 607, Yanahuara
(054) 412 030

Huancayo
Av. San Carlos 1930
(064) 481 430

Cusco
Urb. Manuel Prado - Lote B, N° 7 Av. Collesuyoc
(084) 480 070

Sector Angashura KM. 10,
carretera San Jerónimo - Saylla
(084) 480 070

Lima
Av. Alfredo Mondiola 5210, Los Olivos
(01) 213 2760

Jr. Junín 355, Miraflores
(01) 213 2760

Índice

Asesor	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice	iv
RESUMEN	viii
Palabras claves.....	viii
ABSTRACT	ix
Keywords°	ix
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO	11
1.1 Planteamiento y formulación del problema	11
1.1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.2 Formulación del problema.....	12
A. Problema general	12
B. Problemas específicos	12
1.3 Determinación de objetivos	12
1.3.2 Objetivos Específicos	13
1.4 Justificación e importancia del estudio	13
1.4.2 Justificación Metodológica	14
1.4.3 Justificación Ambiental.....	14
1.5 Limitaciones para la presente investigación	14
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Antecedentes de la investigación	16
2.1.1 Artículos científicos	16
2.1.2 Trabajos de investigación.....	23
2.2 Bases teóricas.....	24
2.2.2 Aspectos Normativos.....	26
2.3 Definiciones de términos básicos.....	28
2.3.1 Remediación	28
2.3.2 Nivel de remediación.....	28
2.3.3 Caracterización de sitios contaminados	28

2.3.4	Materiales y residuos peligrosos	28
2.3.5	Fracción de hidrocarburos F1 o hidrocarburos fracción ligera	29
2.3.6	Fracción de hidrocarburos F2 o hidrocarburos fracción media	29
2.3.7	Fracción de hidrocarburos F3 o hidrocarburos fracción pesada	29
2.3.8	Contaminante	29
2.3.9	Bioacumulación	29
2.3.10	Evaluación de riesgos a la salud y el ambiente	30
2.3.11	Riesgo	30
2.3.12	Suelo	30
2.3.13	Suelo contaminado	30
2.3.14	Sitio contaminado	30
2.3.15	Modelo Conceptual	30
2.3.16	Muestreo de identificación	31
2.3.17	Muestreo de detalle	31
2.3.18	Muestreo de comprobación	31
2.3.19	Muestreo de nivel de fondo	31
2.3.20	Nivel de fondo	31
2.3.21	Puntos de exposición	31
	CAPÍTULO III	32
3.1	Hipótesis	32
3.1.1	Hipótesis general	32
3.2	Operacionalización de variables	32
3.2.1	Variable	32
3.2.2	Matriz de Operacionalización de variables	32
	CAPÍTULO IV	34
4.1	Método y tipo de investigación	34
4.1.1	Método	34
4.1.2	Nivel de investigación	34
4.2	Diseño de la investigación	34
4.3	Población y Muestra	35
4.3.1	Población	35
4.3.2	Muestra	35
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35

B) Observación	36
4.4.2. Instrumentos de recolección de datos	38
4.4.2.2. Determinación de hidrocarburos totales de petróleo, fracción de hidrocarburos y BTEX.....	38
B) Identificación de los puntos de muestreo	39
C) Determinación de contaminantes	42
4.5 Técnicas de análisis de datos	44
CAPÍTULO V RESULTADOS.....	45
5.1 Resultado y Análisis.....	45
5.1.2. Determinación de los principales contaminantes del suelo de la Planta de Abastecimiento de Combustible Cusco (Hidrocarburos Totales de Petróleo, fracción de hidrocarburos y BTEX).....	51
5.1.3. Métodos de remediación de suelos.....	59
5.1.4. Propuesta de Plan de remediación de suelo de la Planta de abastecimiento de combustible Cusco.....	63
5.2 Discusión de resultados	63
Conclusiones.....	75
Recomendaciones.....	76
Referencias bibliográficas	77
APÉNDICE 1.....	83
APENDICE 2.....	84
APENDICE 3.....	94
APENDICE 4 PLAN DE REMEDIACIÓN	98
1. Datos Generales	99
2. Antecedentes	99
3. Objetivos de Remediación	104
4. Resumen de la información sobre el sitio contaminado	105
5. Propuesta de medida de remediación.....	111
Temperatura (mensual, máxima y mínima)	123
Precipitaciones (mensual, máxima y mínima)	123
Humedad.....	124
Dirección de viento (predominante, estacional).....	124
Ubicación de estaciones para la medición de parámetros climáticos.....	124

APENDICE 5 REGISTRO FOTOGRÁFICO	128
---------------------------------------	-----

RESUMEN

La presencia de hidrocarburos o material contaminante en el suelo puede ocurrir por derrame en el sitio o por haber realizado operaciones de extracción de crudo de petróleo o minerales en el área que comprende la actividad de exploración y explotación de hidrocarburos para el primer caso y actividades mineras para el segundo caso. El objetivo de la presente investigación fue elaborar una propuesta de Plan de Remediación de Suelos en la planta de Abastecimiento de Combustible Cusco. El estudio se trabajó bajo un diseño no experimental y método cuantitativo. El suelo analizado se encuentra ubicado en dos zonas, la primera está ubicada cerca al área de recepción de combustible en camiones tanque; dentro de las instalaciones de la Planta de Abastecimiento de Combustible Cusco, esta primera zona se encuentra muy cercana a los tanques verticales de almacenamiento de combustible y la segunda zona se ubica en las vías férreas donde se descarga diésel en vagones tanque. Se consideraron tres puntos de muestreo para verificar el grado de contaminación de suelos y determinar la zona de afectación del suelo contaminado, para ello, se realizó un muestreo de detalle en la zona identificada con mayor concentración de Hidrocarburos Totales y concentración de Benceno, Tolueno y Xilenos, con esta información se determinó la tecnología más adecuada para el tratamiento de suelos y reducir los valores de contaminación por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental de Suelos. Los resultados obtenidos de las muestras de suelos fueron que, los tres puntos de muestreo (P-18, P-23, P-22) presentaron un alto grado de contenido de Hidrocarburos en la fracción de destilados medios (F-2), encontrándose concentraciones superiores a los Estándares de Calidad Ambiental para suelos (P-18:154,727mg/kg, P-23:144,131mg/kg, P-22:89,096mg/kg vs 5,000 mg/kg). Concluyendo que, la mejor alternativa de remediación de suelos es el uso de la tecnología de tratamiento térmico a baja temperatura la cual tiene una eficiencia de 94%.

Palabras claves

Foco de contaminación, descontaminación de diésel, fracción de hidrocarburos, inducción térmica, desorción térmica, inducción térmica mejorada.

ABSTRACT

The presence of hydrocarbons or contaminating material in the soil can occur due to spills on site or due to crude oil or mineral extraction operations in the area comprising the exploration and exploitation of hydrocarbons in the first case and mining activities in the second case. The objective of this research was to prepare a proposal for a Soil Remediation Plan for the Cusco Fuel Supply Plant. The study was carried out under a non-experimental design and quantitative method. The soil analyzed is located in two zones, the first one is located near the fuel reception area in tank trucks; within the facilities of the Cusco Fuel Supply Plant, this first zone is very close to the vertical fuel storage tanks and the second zone is located on the railroad tracks where diesel is unloaded in tank cars. Three sampling points were considered to verify the degree of soil contamination and determine the area affected by the contaminated soil. A detailed sampling was carried out in the area identified with the highest concentration of total hydrocarbons and concentration of benzene, toluene and xylenes, using this information to determine the most appropriate technology for soil treatment and reduce contamination values below the Environmental Soil Quality Standards. The results obtained from the soil samples were that the three sampling points (P-18, P-23, P-22) presented a high degree of hydrocarbon content in the middle distillate fraction (F-2), with concentrations higher than the Environmental Quality Standards for soils (P-18:154,727mg/kg, P-23:144,131mg/kg, P-22:89,096mg/kg vs. 5,000 mg/kg). In conclusion, the best soil remediation alternative is the use of low temperature thermal treatment technology, which has an efficiency of 94%.

Keywords°

Pollution focus, diesel decontamination, hydrocarbon fraction, thermal induction, thermal desorption, enhanced thermal induction.