TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"MODELAMIENTO AMBIENTAL DE SUELOS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS EN ÁREAS CONTAMINADAS POR Pb Y As TOTAL EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA 499691 (JUNÍN, PERÚ)"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Rodrigo Gonzalo Paiva Cano (0000-0002-3265-0994)

Asesor:

Claude Armando Melendez Chota (0000-0002-7888-6169)

Lima – Perú

2025

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 18 de diciembre del 2025.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Noé Ordóñez Machicao
Miembro: Mg. Deyvis Jefferson Cano Cochachi
Miembro: Mg. Catherine Mariela Coronado Leon

Se reúnen para evaluar la tesis, con código de proyecto 493-2021-PRE11, titulada :

"MODELAMIENTO AMBIENTAL DE SUELOS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS EN ÁREAS CONTAMINADAS POR Pb Y As TOTAL EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA 499691 (JUNÍN, PERÚ)"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Rodrigo Gonzalo Paiva Cano**

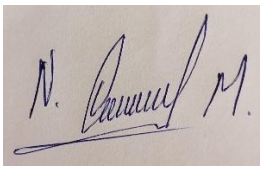
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Ing. Claude Armando Meléndez Chota

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Rodrigo Gonzalo Paiva Cano			Nota (en letras): 18 (DIECIOCHO)
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. Noé Ordóñez Machicao
Presidente



Mg. Deyvis Jefferson Cano Cochachi
Miembro 1



Mg. Catherine Mariela Coronado Leon
Miembro 2



Ing. Claude Armando Meléndez Chota
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 23 diciembre del 2025

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Rodrigo Gonzalo Paiva Cano, estudiante/egresado de la carrera de ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor/la asesora de tesis Claude Armando Meléndez Chota, declaramos que este informe final de tesis titulado: "
MODELAMIENTO AMBIENTAL DE SUELOS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS EN ÁREAS CONTAMINADAS POR Pb Y As TOTAL EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA 499691 (JUNÍN, PERÚ), sustentado para obtener el título de ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 72888353



Firma del asesor de tesis
DNI: 43250796

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Modelamiento ambiental de suelos superficiales y sedimentos en áreas contaminadas por Pb y As total en la unidad hidrográfica 499691 (Junín, Perú)

Autores. Rodrigo Gonzalo Paiva Cano

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2860105061)

Código de registro. 493-2021-PRE11

Resultado de la evaluación. 2%

Revisado por. Herlyss Leonel Sovero Navarro.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



Modelamiento ambiental

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%	2%	1%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
2	www.mdpi.com Fuente de Internet	<1%
3	icj-web.leman.un-icc.cloud Fuente de Internet	<1%
4	Alfaro Alejo, Roberto. "Caracterización de sedimentos y la contaminación por metales pesados en zonas de alto tráfico vehicular de la ciudad de Juliaca", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1%
5	www.colpos.mx Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

La contaminación por metales pesados en suelos y sedimentos exige enfoques espaciales que permitan ubicar y priorizar zonas de atención para la gestión ambiental. Este estudio tuvo como objetivo desarrollar un modelo ambiental para evaluar la contaminación de Pb y As en suelos superficiales y sedimentos de la Unidad Hidrográfica 499691 (Junín, Perú), con el fin de identificar áreas contaminadas y contrastarlas con los estándares de calidad ambiental pertinentes. Para ello se integraron bases de datos del INGEMMET, se realizaron análisis exploratorios, se aplicaron transformaciones box-cox, y métodos de interpolación Kriging para evaluar zonas con potencial contaminación, así mismo se evaluaron métricas de error para cuantificar el desempeño de los modelos. Los resultados muestran, en sedimentos, concentraciones promedio de 21.07 ppm de Pb y 11.08 ppm de As, y en suelos, 108.44 ppm de Pb y 50.35 ppm de As, con una marcada heterogeneidad espacial. Los modelos indicaron un buen desempeño para As, pero con limitaciones de predicción para Pb. El contraste con estándares de calidad ambiental para suelos y valores guía canadienses para sedimento, evidenciaron excedencias localizadas en ámbitos agrícolas y residenciales, lo que sugiere riesgos potenciales para usos sensibles del suelo y del recurso hídrico asociado. En conclusión, el modelamiento geoestadístico desarrollado permitió evaluar e identificar áreas de contaminación críticas por Pb y As en la U.H 499691 y provee una base técnica para la priorización de monitoreo y la toma de decisiones para su gestión ambiental.

Palabras clave: Evaluación de áreas contaminadas, metales pesados, modelamiento ambiental, geoestadística, Kriging.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

Heavy metal contamination in soil and river matrices requires spatial approaches that allow areas of concern for environmental management to be identified and prioritized. The objective of this study was to develop an environmental model to assess Pb and As contamination in surface soils and sediments in Hydrographic Unit 499691 (Junín, Peru), in order to identify contaminated areas and compare them with relevant environmental quality standards. To this end, INGEMMET databases were integrated, exploratory analyses were performed, Box-Cox transformations were applied, and Kriging interpolation methods were used to evaluate areas with potential contamination. Error metrics were also evaluated to quantify the performance of the models. The results show average concentrations of 21.07 ppm of Pb and 11.08 ppm of As in sediments, and 108.44 ppm of Pb and 50.35 ppm of As in soils, with marked spatial heterogeneity. The models indicated good performance for As, but showed limitations in predicting Pb. Comparison with environmental quality standards for soils and Canadian Sediment Quality Guidelines revealed localized exceedances in agricultural and residential areas, suggesting potential risks for sensitive uses of soil and associated water resources. In conclusion, the geostatistical modeling developed allowed the assessment and identification of critical contamination areas by Pb and As in the H.U 499691 and provides a technical basis for monitoring prioritization and decision-making in environmental management.

Keywords: contaminated site assessment, heavy metals, environmental modeling, geostatistics, Kriging

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis