High Tech Engineering Journal
Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI
VOL. 5 N° 1 (2025) / P. 38-55

Estudio preliminar de parámetros físico-químico de suelos del botadero de Huamachuco

Preliminary study of the physical and chemical parameters of the soils of the Huamachuco landfill

Carlos Moya Egoavil
Departamento de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Católica de Trujillo
c.moya@uct.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-8072-2796

Aldo Roger Castillo Chung
Departamento de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Católica de Trujillo
a.castillo@uct.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-2270-1671

Jeremías Jamaca Egoavil
Departamento de Ciencias
Universidad Católica de Trujillo
jeremias.jamanca@upn.edu.pe

DOI: https://doi.org/10.46363/high-tech.v5i1.03

Resumen

El presente estudio preliminar se centra en la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del suelo en las proximidades del botadero de Huamachuco, con el objetivo de determinar las alteraciones e impactos que la disposición de residuos sólidos genera en la calidad del suelo. Para ello, se analizaron parámetros clave como sólidos totales disueltos (TDS), conductividad eléctrica, pH y potencial de reducción-oxidación (ORP). Los resultados evidencian fluctuaciones significativas en los valores obtenidos, con picos de TDS que alcanzan los 300 mg/L y valores de conductividad eléctrica de hasta 700 µS/cm, sugiriendo una alta concentración de contaminantes y sales disueltas, posiblemente debido a lixiviados provenientes de los residuos. Asimismo, se observan variaciones en el pH entre 4 y 8, indicando la influencia de lixiviados ácidos en ciertas áreas y condiciones neutras en otras, dependiendo de la proximidad al botadero. Por último, el ORP presentó valores entre 200 y 400 mV, revelando condiciones redox variables que pueden afectar la actividad biológica y química del suelo. Estos hallazgos preliminares destacan la heterogeneidad de los impactos en el área de estudio y señalan

la influencia negativa del botadero en el ecosistema, afectando la disponibilidad de nutrientes y la biodiversidad del suelo. Se recomienda implementar un manejo adecuado de residuos sólidos, monitorear regularmente los parámetros fisicoquímicos y desarrollar estrategias de mitigación para minimizar los riesgos ambientales y sociales asociados. Este análisis busca generar conciencia sobre la necesidad de una gestión sostenible de los botaderos, contribuyendo a la preservación de los recursos naturales y la salud del ecosistema.

Palabras clave: Suelo – vertedero ph – ORP – TDS - Conductividad

Abstract

The present preliminary study focuses on the evaluation of the physicochemical parameters of the soil in the vicinity of the Huamachuco dump, with the objective of determining the alterations and impacts that the disposal of solid waste generates on the quality of the soil. To do this, key parameters such as total dissolved solids (TDS), electrical conductivity, pH and oxidation-reduction potential (ORP) were analyzed. The results show significant fluctuations in the values obtained, with TDS peaks reaching 300 mg/L and electrical conductivity values of up to 700 µS/cm, suggesting a high concentration of contaminants and dissolved salts, possibly due to leachates from the waste. Likewise, variations in pH are observed between 4 and 8, indicating the influence of acidic leachates in certain areas and neutral conditions in others, depending on the proximity to the dump. Finally, the ORP presented values between 200 and 400 mV, revealing variable redox conditions that can affect the biological and chemical activity of the soil. These preliminary findings highlight the heterogeneity of impacts in the study area and point out the negative influence of the dump on the ecosystem, affecting nutrient availability and soil biodiversity. It is recommended to implement adequate solid waste management, regularly monitor physicochemical parameters and develop mitigation strategies to minimize the associated environmental and social risks. This analysis seeks to raise awareness about the need for sustainable management of landfills, contributing to the preservation of natural resources and the health of the ecosystem.

Keywords: Soil – landfill – ph – ORP – TDS - conductivity

1. Introducción

Solo al hablar de residuos sólidos nos genera una gran repulsión referente a los mismos, ya que se debe de vivir todos los días con ellos ya sea en las viviendas, en los espacios públicos como los mercados y parques, estos residuos provienen de diferentes actividades que se realizan diariamente, generándose de manera descomunal y volviéndose un gran problema al acumularlos, disponerlos o erradicarlos a través del tiempo.

Además, el crecimiento poblacional juega un rol importante en cuanto al incremento de la generación de residuos sólidos, por lo cual existen dificultades para el manejo de estos mismos, constituyéndose como un riesgo permanente que atenta contra el medio ambiente y la salud del ser humano (Durand et al, 2023).

En el Perú se genera aproximadamente un promedio de 21 mil toneladas al día de residuos municipales, producidas por 30 millones de habitantes, es decir cada persona genera aproximadamente 0.8 kilogramos de residuos, donde incluye en su mayoría materia orgánica como alimentos y vegetales (MINAM, 2021).

En la ciudad de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión mediante el Estudio de Caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 señala que, la generación de residuos sólidos es de 55.05 Tn/día, siendo su composición física de estos 64.91% residuos orgánicos, 26.43% corresponde a residuos inorgánicos y el 8.66% residuos no reaprovechables (MPSC, 2023), los cuales son dispuestos en el botadero a cielo abierto donde se presentan situaciones perjudiciales afectando a la composición del suelo así como a los ciudadanos con los gases que emite el botadero y con la atracción de insectos y roedores.

La justificación de la presente investigación, En nuestro país un manejo adecuado y apropiado de residuos sólidos viene siendo una de las mayores dificultades que se afronta, incluso la disposición final de estos residuos es una preocupación ampliamente grande para las municipalidades, ya que al realizar la práctica de verter basuras en espacios abiertos es perjudicial para el medio ambiente y sobre todo para la salud pública.

En el distrito de Huamachuco se evidencia problemas de gestión de residuos sólidos municipales, y una de las principales es que el botadero de Coipín no presenta un control sanitario, y está ubicado cerca de viviendas, cultivos y ríos, generando emisiones de gases y sobre todo es una amenaza para la salud pública, además también genera lixiviados en el suelo alterando su composición. Por esta razón se realizará el estudio físico-químico del suelo del botadero de Huamachuco.

Para el investigador Pérez B, et al. (2023). En su estudio evalúa la materia orgánica y el pH en suelo agrícola ante el botadero de Quitasol en la ciudad de Abancay, Apurímac, donde mediante un muestreo probabilístico aleatorio, tomo tres puntos del suelo agrícola y de esa manera determino que la PM1 (MO = 1,69%; pH = 7,05), PM2 (MO = 1,12%; pH = 7,06) y PM3 (MO = 0,30%; pH = 7,26). El porcentaje de la MO varió desde el rango medio a bajo y los valores de pH estuvieron en la escala neutro.

Concluyendo de ese modo que el valor de uso del suelo agrícola es limitado según la MO y el pH fuera del rango intercambiable de elementos mayoritarios y minoritarios para la productividad.

1. Materiales y métodos

1.1. Diseño de estudio

El enfoque del estudio de investigación es cuantitativo. Esto se debe a que los datos recolectados provienen de mediciones numéricas, directas, de parámetros fisicoquímicos (TDS, conductividad eléctrica, pH, ORP, densidad). Además, se realiza un análisis estadístico e interpretativo de los resultados, lo que caracteriza una metodología cuantitativa.

El tipo de investigación es descriptiva, ya que se alinea en describir las características del suelo en términos de los parámetros fisicoquímicos medidos y su variación en función de la proximidad al botadero, del mismo modo buscar identificar el impacto ambiental y social asociado al manejo inadecuado de los residuos sólidos, sin alterar las variables de estudio.

El trabajo de investigación es no experimental y transversal; esta no manipula variables. Se limita a observar, medir y analizar los parámetros tal como se encuentran en el ambiente natural, in situ. De la misma manera de manera transversal porque la recolección de datos se realiza en un momento específico en el tiempo, lo que proporciona una "fotografía" del estado actual del suelo en las zonas cercanas al botadero.

1.2. Población y muestra

La Población de trabajo está representada por el área de botadero.

Las muestras, en la investigación fueron de 12 muestras de suelo de diferentes puntos, usando las normas técnicas vigentes.

En la limitación de la zona de muestreo fue en el Botadero Coipín, Huamachuco.

Fig. limitación de la zona de muestreo

1.3. Procedimiento

Dentro de los materiales, equipos e instrumentos utilizados, en la experiencia investigativa fueron:

Materiales	Instrumentos	Equipos
Palana, picota, recipiente de plástico, bolsas, cuaderno, lapicero, guincha	Balanza (±0.1 g) pH (±0.1) Conductividad (±0.1 μS/ cm) TDS (±0.1 ppm)	Laptop, celular, Word, Excel, formato APA 7° edición

Dentro del procedimiento utilizados, luego de la recopilación de la bibliografía técnica y se desarrolló según el siguiente protocolo:

La selección se realizó considerando 12 puntos específicos donde se incluye 7 muestras del suelo que pertenece al área del botadero de residuos sólidos, mientras que las otras 5 muestras son aledañas a las casas de los pobladores más cercanos a dicho botadero.

Para la obtención de las muestras se

tuvo que excavar un hoyo teniendo en cuenta los intervalos de 0.5 a 1 m de profundidad y en cuanto a la masa solida del suelo se consideró los intervalos de 0.25-0.50 kg, las muestras fueron extraídas en bolsas transparentes de plástico, para poder pesar y posteriormente pasarlo al envase transparente de plástico, indicando en una etiqueta la fecha, hora, lugar, peso, profundidad y ubicación.

Para la toma de datos de las muestras se estableció según el mapa y las marcaciones que para la extracción de muestras se realice a 10 m en la periferia de la zona de impacto ambiental y a 5 m de cada casa, y se realizó una encuesta a los moradores que tienen sus viviendas cercanas al botadero, posteriormente las muestras obtenidas se trabajaron con los instrumentos adecuados en el laboratorio de la Universidad Católica de Trujillo, con el apoyo del asesor.

1.4. Plan de análisis

Las variables independientes y dependientes son la cantidad de disposición de residuos sólidos según la proximidad al vertedero y la variación de parámetros fisicoquímicos respectivamente.

Se recopilo información de fuentes bibliográficas, y también se trabajó en el laboratorio para poder obtener los datos numéricos, luego se procedió a realizarse el procesamiento y análisis de datos, interpretación de resultados, elaboración de tablas y gráficos en el programa estadístico SPSS y la elaboración del Informe final.

1.5. Principios éticos

Para el desarrollo de esta investigación fue primordial cumplir con los aspectos éticos y con las aclaraciones indicadas en la Guía de la Universidad católica de Trujillo, lo cual incluyo recolectar y presentar teorías relevantes del tema, tanto a nivel internacional, y nacional, cumpliendo así con las citas de acuerdo con las normas APA, 7ma Ed. para documentos y bibliografías referenciadas. Asimismo, el análisis se realizó en el laboratorio de la UCT con el apoyo del asesor, además este cuenta con instrumentos calibrados para poder garantizar la confiabilidad de los datos y los resultados obtenidos con total transparencia, sin manipular su contenido.

2. Resultados

Dentro de los resultados encontrados Durante el proceso de la experimentación están dadas en las tablas siguientes:

Tabla 1

Resultados del Total de Solidos Disueltos de las 12 muestras.

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TDS (Total de Solidos Disueltos en ppm)	179	200	165	150	272	199	344	185	249	97	81	157

Nota: Resultados obtenidos en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Trujillo.

Tabla 2

Resultados de la Conductividad de las 12 muestras.

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conductividad /	358	400	276	300	556	398	704	354	516	194	156	194

Nota: Resultados obtenidos en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Trujillo.

Tabla 3

Resultados del PH del suelo de las 12 muestras

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PH	7.54	3.85	6.68	5.2	6.15	6.86	6.62	4.1	5.84	3.48	3.68	5.83

Nota: Resultados obtenidos en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Trujillo.

Tabla 4

Resultados del Potencial de Oxido Reducción las 12 muestras

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ORP (Potencial de Oxido Reducción)	237	373	291	351	263	262	295	388	328	422	372	301

Nota: Resultados obtenidos en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Trujillo.

Tabla 5

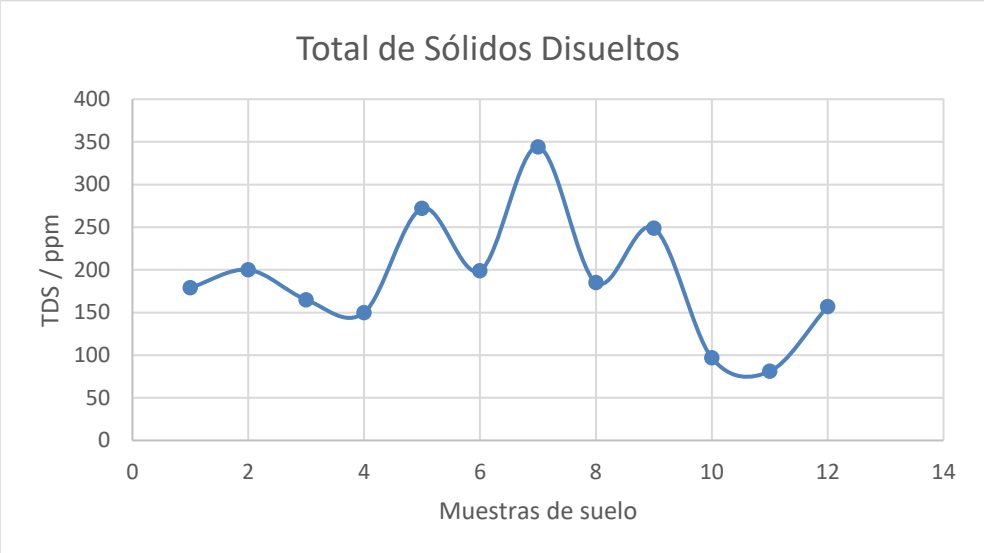
Resultados de la densidad del suelo las 12 muestras

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Densidad	1.54	1.13	1.36	1.45	1.38	1.49	1.37	1.37	1.5	1.39	1.35	1.41

Nota: Resultados obtenidos en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Trujillo.

Figura 1

medición total de solidos disueltos respecto a las 12 muestras obtenidas



Nota: la figura muestra los resultados estadísticos del TDS obtenidos en el laboratorio de la universidad

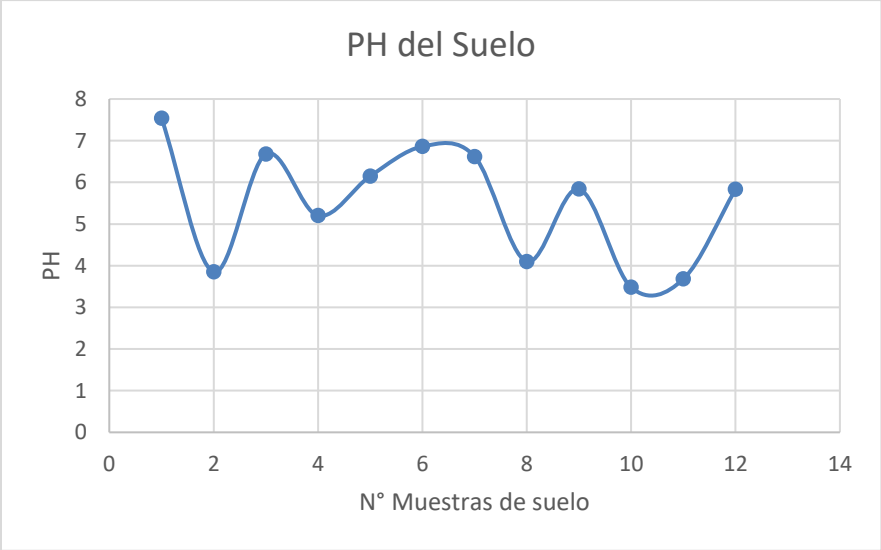
Figura 2

Medición de la conductividad referente a las 12 muestras del suelo

Nota: la figura los datos estadísticos de la conductividad obtenidas en el laboratorio de la universidad

Figura 3

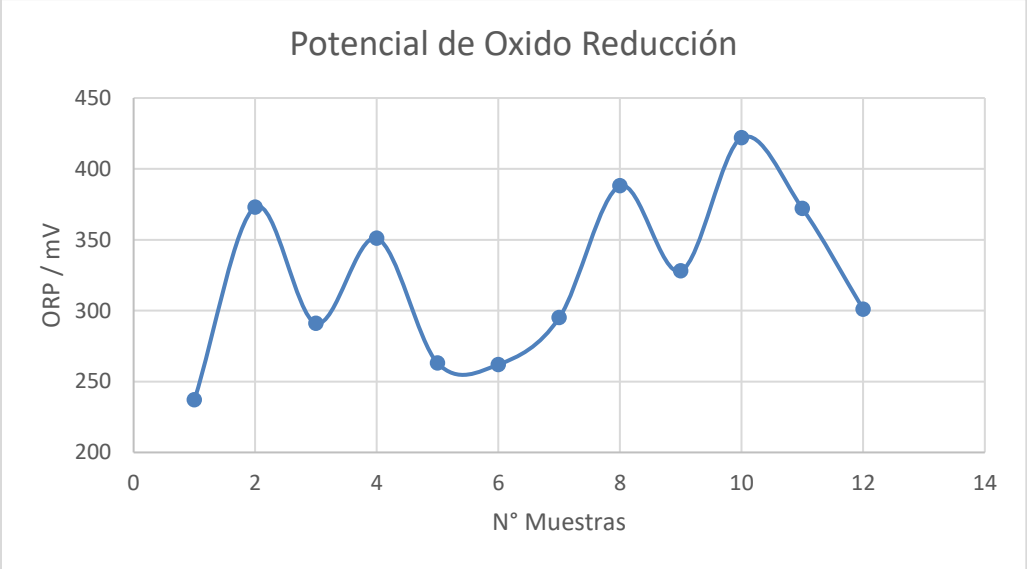
Medición del PH obtenido del suelo respecto a las 12 muestras



Nota: en la figura se muestra los resultados estadísticos obtenidos en el laboratorio de la universidad

Figura 4

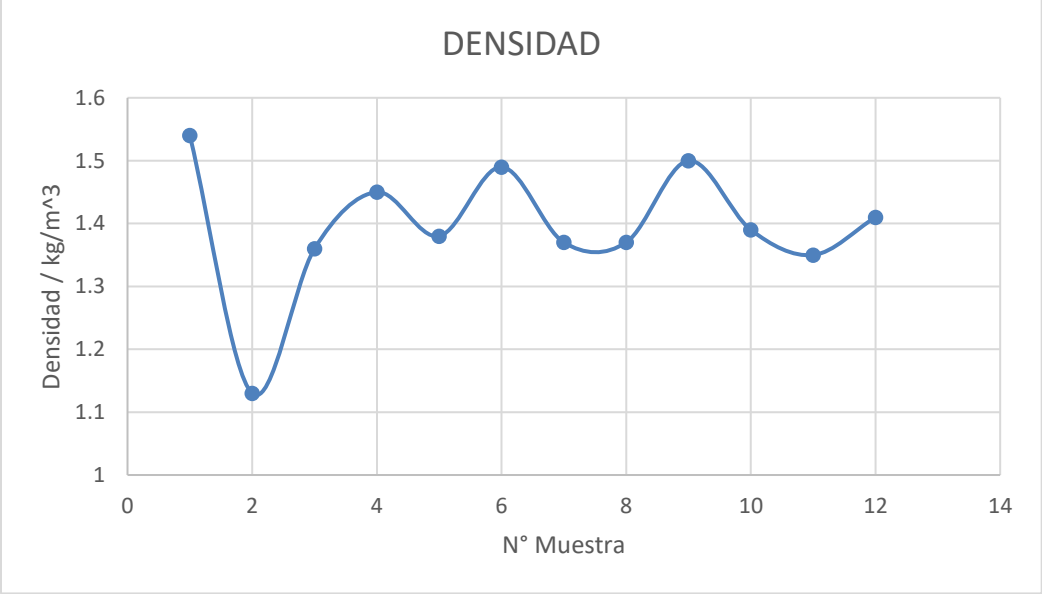
Medición del potencial de oxido reducción de las 12 muestras (7 son del área del botadero y 5 de las viviendas cercanas)



Nota: en la figura se muestra los resultados estadísticos de ORP obtenidos en el laboratorio de la universidad

Figura 5

Medición de la densidad obtenida de las 12 muestras



Nota: en la figura se muestra la densidad obtenida mediante los datos estadísticos del laboratorio y mediante el cálculo realizado.

3. Discusiones

En el grafico 1; los valores de TDS fluctúan entre las muestras, con picos que superan los 300 mg/L y mínimos que rondan los 100 mg/L. Estas variaciones pueden estar relacionadas con factores ambientales y de contaminación, como la proximidad a fuentes de residuos o el uso de fertilizantes y otros productos químicos. Las muestras con niveles altos de TDS indican una mayor cantidad de minerales y sales disueltas, lo que podría señalar contaminación o condiciones específicas de la zona de muestreo. Los valores más altos de TDS pueden sugerir áreas de mayor exposición a contaminantes o influencias antropogénicas (por ejemplo, actividades agrícolas o industriales). En cambio, los puntos bajos podrían reflejar suelos menos expuestos a estas actividades o más alejados de fuentes de contaminación. Los niveles elevados de TDS en el suelo pueden afectar la disponibilidad de agua para las plantas y reducir su crecimiento. Además, pueden influir negativamente en la calidad del agua subterránea, ya que los sólidos disueltos pueden filtrarse y acumularse en acuíferos cercanos.

En el grafico 2, La conductividad eléctrica en el suelo presenta variaciones significativas entre las muestras, con valores que van desde poco más de 200 µS/cm hasta cerca de 700 µS/cm. La conductividad en el suelo está directamente relacionada con la concentración de sales disueltas; por lo tanto, los valores altos sugieren una mayor presencia de sales y posibles contaminantes. Los picos más altos pueden indicar áreas donde los residuos sólidos han afectado de manera considerable la calidad del suelo, probablemente por lixiviación de componentes solubles, que incrementan la conductividad. Estos picos sugieren una posible acumulación de sustancias iónicas provenientes de los desechos sólidos. La presencia de conductividad elevada cerca de un botadero de residuos indica que la actividad antropogénica, específicamente el manejo inadecuado de los residuos sólidos, está contribuyendo a la contaminación del suelo en esta área. Este aumento de salinidad en el suelo puede afectar la capacidad de las plantas para absorber agua, lo que a largo plazo podría impactar negativamente la vegetación y el ecosistema circundante. La variabilidad en los valores de conductividad sugiere que la contaminación no es uniforme en el área estudiada, lo que podría deberse a diferentes factores, como el tipo de residuos, la topografía o las características del suelo en cada punto de muestreo.

En el grafico 3; la variabilidad de los valores de pH oscila entre un mínimo cercano a 4 y un máximo alrededor de 8, lo cual indica fluctuaciones entre suelos ligeramente ácidos y neutros. El pH del suelo es un indicador clave de la salud y composición química del suelo, especialmente en áreas cercanas a fuentes de residuos sólidos, que pueden alterar el balance de acidez. La fluctuación observada sugiere una influencia significativa de los residuos en la acidez del suelo. Los picos hacia valores más ácidos, cerca de 4, pueden indicar la

presencia de lixiviados ácidos provenientes de la descomposición de residuos, especialmente de aquellos de origen orgánico o ciertos desechos industriales que pueden generar ácidos. El pH bajo en algunas muestras sugiere que el suelo cerca del botadero está afectado por la acumulación de residuos, lo cual puede alterar su acidez natural. Los suelos ácidos pueden impactar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, inhibiendo su crecimiento y afectando negativamente el ecosistema local. Por otro lado, las áreas con pH cercano a la neutralidad (valores alrededor de 7) indican zonas con menor influencia directa de residuos o con un posible efecto de neutralización en el suelo. La variabilidad en el pH de las muestras puede estar influenciada por factores como la distancia al botadero, la topografía y las propiedades específicas de cada tipo de residuo. Esta dispersión de valores sugiere que el impacto de los residuos en el suelo no es uniforme, con áreas que experimentan mayor alteración en el pH que otras.

En el grafico 4; presenta valores de ORP (potencial de oxidación – reducción) oscilan entre aproximadamente 200 y 400 mV. Esto indica que las condiciones redox del suelo están dentro de un rango que podría favorecer ciertas actividades microbiológicas y químicas, dependiendo de la estabilidad de estos niveles en el tiempo y del tipo de residuos presentes en el botadero. Sin embargo, la fluctuación en el potencial ORP entre las muestras sugiere un ambiente heterogéneo en términos de condiciones redox. Los picos altos de ORP (cercanos a 400 mV) indican condiciones más oxidantes, que pueden estar asociadas a la presencia de compuestos químicos que promueven la oxidación o a zonas con menor carga de material orgánico en descomposición. Las zonas con valores de ORP más bajos (cerca de 200 mV) reflejan condiciones más reductoras, posiblemente debido a la acumulación de materia orgánica o a la presencia de compuestos que reducen la capacidad oxidativa del suelo. Los valores de ORP en el suelo son un indicador de la actividad biológica y química del ambiente. Suelos con valores de ORP bajos tienden a tener condiciones reductoras, lo cual puede favorecer la actividad de microorganismos anaeróbicos y, en ciertos casos, la liberación de sustancias potencialmente tóxicas, como metales pesados. Los cambios bruscos de ORP podrían estar relacionados con el tipo de residuos presentes en el botadero y la proximidad a estos. Estos niveles de ORP varían en un rango que sugiere una posible perturbación en la actividad biológica del suelo. Altas variaciones en el potencial redox pueden afectar la disponibilidad de nutrientes y alterar el crecimiento de las plantas. Además, estas condiciones pueden cambiar la composición microbiana, favoreciendo organismos que prosperan en ambientes reductores o oxidantes, lo que podría impactar negativamente en la biodiversidad del suelo.

El gráfico 5; muestra la variación de densidad del suelo (en kg/m³) a través de 12 muestras tomadas en las cercanías de un botadero de residuos sólidos en Huamachuco, La Libertad. Conociendo

que es un indicador físico importante que refleja la compactación y composición del suelo, factores clave para determinar la capacidad del suelo para soportar vegetación, retener agua y nutrientes, y resistir procesos de contaminación, cuya variabilidad en la densidad, esta disminuye notablemente desde aproximadamente 1.6 kg/m³ (muestra 1) a un valor mínimo cercano a 1.2 kg/m³ (muestra 2). Esto podría indicar un área con suelos más porosos o perturbados, posiblemente debido a infiltración de lixiviados o menor contenido de materia orgánica. Y una estabilidad sutil a partir de la muestra 3 al 12, los valores oscilan en un rango más estrecho (aproximadamente entre 1.3 y 1.45 kg/m³), por consiguiente, presenta una relativa homogeneidad en las características físicas de estas muestras, posiblemente porque fueron extraídas de suelos menos impactados o con propiedades similares. Del mismo modo debemos mencionar que la compactación del suelo cuyos valores más altos de densidad podrían corresponder a zonas donde la actividad de residuos compactó el suelo. Una compactación excesiva puede reducir la capacidad de infiltración de agua y oxígeno, afectando la actividad biológica. Sin embargo, la presencia de contaminantes donde los lixiviados de botaderos suelen afectar la estructura y densidad del suelo. Si contienen metales pesados u otros contaminantes, pueden alterar la composición química y física del suelo, influyendo indirectamente en la densidad. La ausencia de materia orgánica se refleja por los valores más bajos podrían estar asociados a suelos ricos en materia orgánica, que tiende a reducir la densidad.

Por otro lado, la relación con el entorno, en la proximidad al botadero puede estar generando un impacto diferenciado en los suelos dependiendo de: distancia al foco de contaminación y por el flujo de lixiviados.

4. Conclusiones

Los valores de TDS en las muestras de suelo fluctúan significativamente, con niveles que superan los 300 mg/L, lo que evidencia un impacto considerable de la disposición de residuos sólidos en la acumulación de sales y minerales. Este aumento puede deteriorar la calidad del suelo y, eventualmente, la calidad del agua subterránea, afectando tanto el ecosistema como la disponibilidad de agua para las plantas.

La conductividad eléctrica del suelo presenta variaciones marcadas, alcanzando hasta 700 µS/cm en áreas de mayor contaminación. Estos resultados confirman una correlación directa entre la proximidad al botadero y la salinidad del suelo, lo que podría dificultar la absorción de agua por parte de las plantas y alterar negativamente la salud del ecosistema circundante.

Las fluctuaciones en el pH, con valores que oscilan entre 4 (ácido) y 8 (cercano a neutro), reflejan el impacto de los lixiviados ácidos generados por la descomposición de residuos orgánicos e industriales. Estas alteraciones en el pH pueden modificar la disponibilidad de nutrientes, inhibir el crecimiento de las plantas y generar un

desequilibrio en el ecosistema.

Los valores de ORP, entre 200 y 400 mV, muestran variaciones que indican un ambiente heterogéneo en términos de condiciones redox. Estas fluctuaciones pueden favorecer la actividad de microorganismos anaeróbicos o la liberación de sustancias tóxicas, como metales pesados, afectando la biodiversidad y la salud del suelo.

Los resultados de densidad muestran una variabilidad inicial, con valores mínimos de 1.2 kg/m³ en áreas más porosas y máximos de 1.6 kg/m³ en zonas más compactadas, probablemente debido a la infiltración de lixiviados o la actividad directa del botadero. La compactación excesiva en algunas zonas puede limitar la infiltración de agua y oxígeno, reduciendo la actividad biológica y la capacidad del suelo para sustentar vegetación.

Los resultados estadísticos de las 12 muestras reflejan que el impacto de los residuos sólidos no es uniforme, con áreas más afectadas cerca del botadero y otras con menor alteración en las viviendas cercanas. Esto evidencia la necesidad de un monitoreo constante y un manejo adecuado de los residuos para mitigar los efectos negativos en el suelo.

La disposición inadecuada de residuos sólidos en el botadero de Huamachuco genera impactos físicos, químicos y biológicos que afectan directamente la calidad del suelo, con repercusiones en la vegetación, el ecosistema y la población local. Es fundamental implementar medidas de gestión sostenible para reducir la contaminación y preservar los recursos naturales del área.

Referencias

MINAM (2021, 16 DE MAYO). La ciudadanía tiene un rol fundamental para impulsar el consumo responsable y reducir la generación de residuos sólidos en el país [Nota de prensa]. https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/493241-la-ciudadania-tiene-un-rol-fundamental-para-impulsar-el-consumo-responsable-y-reducir-la-generacion-de-residuos-solidos-en-el-pais

Durand et al 2023, Estudio de parámetros físicos y químicos en el suelo del botadero de Cancharani –Puno 2018, http://revistas.unu.edu.pe/index.php/iu/article/view/104/131

Alvis A. 2022. transporte de contaminantes debido a la presencia de un botadero de residuos sólidos en distintos tipos de suelos, luya, amazonas, perú https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2767/Alvis%20Chuquizuta%20Angel%20Francisco.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Blanchard, M., & Béguin, M. (2013). Evaluación de la biorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos. Journal of Environmental Science, 25(3), 512-523.

Boñon D, et al 2020, “propuesta de acondicionamiento del botadero de la localidad de huasmín, para mejorar la gestión de residuos sólidos, 2020.”

https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24865/Bo%c3%b1on%20Fernandez%2c%20Diana%20Esther%20%20Regalado%20Salcedo%2c%20Deysi%20Lili.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Chucos A, 2020. Impacto ambiental del manejo de residuos sólidos del botadero "El Porvenir"ElTambohttps://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8794/4/IV_FIN_107_TI_Chucos_Palomino_2020.pdf

Duarte, R., & Costa, F. (2019). Evaluación del compostaje para la degradación de contaminantes en suelos urbanos de Brasil. Brazilian Journal of Environmental Sciences, 34(7), 154-166.

Ferradas Herrera, L. A., & Guerra González, Y. J. (2019). Disposición final de residuos sólidos municipales y la calidad del suelo del botadero San Idelfonso-Laredo. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22442/Ferradas%20Herrera%20Luis%20Alberto%20%20Guerra%20Gonz%c3%a1lez%20Yamali%20Janin.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Garza, J., & Solís, M. (2015). Remediación de suelos contaminados con metales pesados mediante fitoextracción en México. Revista Mexicana de Ciencias Ambientales, 32(1), 45-58.

Gavilánez-Luna, F., Castro, C. M., & Verdugo, G. C. (2024). Impacto ambiental y emisión de metano del botadero de basura de Naranjito, Guayas–Ecuador. UNED Research Journal, 16, e5173-e5173. https://revistas.uned.ac.cr/index.php/cuadernos/article/view/5173/7544

Gutiérrez, A., & Torres, P. (2021). Remediación de suelos mediante fitorremediación en áreas mineras en Perú. Revista Peruana de Ciencias Ambientales, 29(2), 101-113.

ISOTools Excellence. ISO 14001:2015 https://www.nueva-iso-14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf

Jiang, L., & Li, X. (2020). Desarrollo de un enfoque de oxidación química para la remediación de suelos contaminados en sitios industriales en China. Environmental Chemistry Letters, 18(3), 927-940.

Lee, C., & Kim, S. (2017). Uso de nanomateriales para la remediación de suelos contaminados con metales pesados en Corea. Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, 8, 234-245.

Loayza Leyva, D. C. J., & Vidal Terrones, L. M. (2024). Impacto ambiental de la valorización industrial de residuos sólidos municipales en su disposición final del distrito de CasaGrande2023.file:///C:/Users/user/Downloads/TESIS%20OK%20LOAYZA%20Y%20VIDAL.pdf

López-Ramírez, M. Á., Aguilar-Rodríguez, M. R., & Argüelles-López, C. (2021). Evaluación del sitio de disposición final de residuos sólidos en Martínez de la Torre, Veracruz. RINDERESU, 5(1).

http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/67/71

Maurad Carrión, B. A. (2019). Evaluación de impactos ambientales del botadero municipal del cantón Arenillas (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala). Núñez https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15022/1/TTFCS-2019-GEA-DE00011.pdf

Minda, G. M. (2019). Propuesta de un plan de gestión de pasivos ambientales del ex botadero Cashapamba en el cantón Rumiñahui (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2019). https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10908/1/UDLA-EC-TIAM-2019-17.pdf

Murazzo Bazán, L. F. (2023). Sistema de manejo de residuos ssólidosy cuidado del medio ambiente de la empresa Minera Horizonte SA en el departamento de La Libertad-2020. http://190.12.84.13:8080/bitstream/handle/20.500.13084/6884/UNFV_Murazzo_Bazan_Luis_Fernando_Maestria_2023%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Navarro Y, 2023. evaluación de la contaminación del suelo por lixiviados generados en el botadero del distrito dellave–2023 http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/upsc/622/yessenia_navarro_quispe.pdf?sequence=1

Perez B, et al, 2023. materia orgánica y ph en el suelo agrícola próximo al botadero de quitasol,abancay,apurímac,Perú http://45.231.72.143/index.php/Paideia/article/view/5700/7873

Ramírez, L., & Pérez, O. (2023). Impacto de la bioestimulación en la remediación de suelos contaminados en Colombia. Journal of Soil and Water Conservation, 78(2), 221-235.

Romero Quispe, E. A. (2023). Influencia de la gestión y valorización de los residuos sólidos eneldistritodeQuiruvilca,LaLibertad2023.https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/36567/Romero%20Quispe%2c%20Erick%20Analy.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Smith, J., & Wang, H. (2022). Evaluación del lavado de suelos para la eliminación de metales pesados en EE. UU.. Soil and Sediment Contamination, 31(4), 467-480.

Vega Galindo, Y. N. Diagnóstico de las propiedades fisicoquímicas en suelos usados para la disposición de residuos sólidos urbanos en el lote camellón de las camelias en el municipio de San Martín, Meta (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás). https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/18424/2019yessikavega?sequence=7&isAllowed=y

Wilson, M., & Clark, R. (2023). Estabilización de contaminantes en suelos mediante técnicas avanzadas en Canadá. Environmental Science and Pollution Research, 30(6), 1453-1467.

Zhang, X., & Wu, Y. (2018). Técnicas de estabilización de metales en suelos agrícolas contaminados en China. Journal of Agricultural Science and Technology, 42(5), 732-746.