

Valoración de residuos sólidos en áreas de disposición final y gestión del riesgo ambiental

Solid waste assessment in final disposal areas and environmental risk management

Victor Noe Morales Saldaña¹

Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú
v.morales.saldana@untumbes.posgrado.edu.pe
<https://orcid.org/0009-0004-8638-876X>

David Edilberto Saldarriaga Yacila²

Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú
dsaldarriagay@untumbes.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-4919-8607>

Milton Sandro Socola Sunción³

Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú
msocolas@untumbes.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-9392-5499>

Lorenzo Vidal Gines Tafur⁴

Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú
l.gines.tafur@posgradountumbes.edu.pe
<https://orcid.org/0009-0007-6835-9772>

Víctor Manuel Saavedra Chávez⁵

Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú
vsaavedrac@untumbes.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-3006-4211>

Cómo citar:

Morales Saldaña, V. N., Saldarriaga Yacila, D. E., Socola Sunción, M. S., Gines Tafur, L. V., & Saavedra Chávez, V. M. (2026). Valoración de residuos sólidos en áreas de disposición final y gestión del riesgo ambiental. *Saber Estratégico Internacional*, 4(3), 1433–1449.
<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

RESUMEN

La disposición inadecuada de residuos sólidos es una problemática ambiental debido a las deficiencias operativas y los riesgos asociados a la contaminación del suelo, agua y aire. El objetivo del estudio fue evaluar las condiciones de disposición final de residuos sólidos y los impactos ambientales asociados, para establecer criterios que contribuyan a la gestión del riesgo ambiental en la provincia de Tumbes, Perú. La investigación fue básica, descriptiva, no experimental, con evaluación de tres áreas de disposición final y una encuesta aplicada a 34 jefes de familia, durante marzo-agosto de 2026. Se emplearon observación directa, listas de cotejo, estadística descriptiva, matriz de Leopold modificada y metodología de Conesa. Los resultados evidenciaron un flujo aproximado de 92,7 toneladas diarias de residuos y un cumplimiento del 0,00% en cobertura, impermeabilización y manejo de lixiviados. La valoración ambiental identificó impactos severos sobre salud pública (-62), suelo y fauna (-52), y moderados sobre aire (-48), agua y flora (-44). Así mismo, el 91,18% reportó molestias por olores y humo y el 85,29% identificó presencia de vectores. Se concluyó que las deficiencias operativas requerían fortalecer la prevención, supervisión y mitigación ambiental.

Palabras clave: Botaderos, disposición final, gestión ambiental, impacto ambiental, residuos sólidos, riesgo ambiental.

ABSTRACT

Improper solid waste disposal constitutes an environmental problem due to operational deficiencies and risks associated with soil, water, and air pollution. The study aimed to evaluate solid waste final disposal conditions and associated environmental impacts in order to establish criteria contributing to environmental risk management in the province of Tumbes, Peru. This was a basic, descriptive, non-experimental study involving the assessment of three final disposal sites and a survey of 34 heads of households, conducted between March and August 2026. Methods included direct observation, checklists, descriptive statistics, a modified Leopold matrix, and the Conesa methodology. Results revealed a daily waste flow of approximately 92.7 tons and 0.00% compliance regarding site coverage, impermeabilization, and leachate management. Environmental assessment identified severe impacts on public health (-62) as well as soil and fauna (-52), and moderate impacts on air (-48) as well as water and flora (-44). Furthermore, 91.18% of respondents reported nuisances caused by odors and smoke, while 85.29% noted the presence of disease vectors. It was concluded that operational deficiencies necessitated the strengthening of prevention, oversight, and environmental mitigation measures.

Keywords: Open dumps, final disposal, environmental management, environmental impact, solid waste, environmental risk.

INTRODUCCIÓN

La gestión de los residuos sólidos es uno de los principales desafíos ambientales contemporáneos, debido al crecimiento poblacional, la expansión urbana y las limitaciones de los sistemas de recolección, tratamiento y disposición final. De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2024), la generación mundial de residuos sólidos municipales podría aumentar de aproximadamente 2.100 millones de toneladas en 2023 a 3.800 millones en 2050. Así mismo, el organismo estimó que los costos mundiales asociados a la gestión de residuos alcanzaron los 252.000 millones de dólares en 2020, cifra que ascendió a 361.000 millones al incorporar los efectos de la contaminación, los daños a la salud y el cambio climático. En correspondencia con esta problemática, Siddiqua et al. (2022) sostienen que la disposición de residuos en vertederos abiertos constituye una fuente de presión ambiental, debido a la generación de lixiviados, emisiones atmosféricas y alteraciones de los ecosistemas, lo que evidencia la necesidad de establecer mecanismos de valoración ambiental que permitan identificar y controlar los riesgos derivados de estas actividades.

Desde la perspectiva de la gestión integral, la valoración de los residuos sólidos permite comprender las características de los materiales depositados, las condiciones operativas de las áreas de disposición y sus posibles interacciones con los componentes ambientales. En este sentido, Awasthi et al. (2023), mediante una investigación desarrollada en el municipio de Kirtipur, Nepal, identificaron que el 44% de los residuos domiciliarios correspondía a materia orgánica, el 13% a plásticos y el 11% a papel, resultados que evidenciaron oportunidades para fortalecer la segregación y el aprovechamiento de materiales. Por otra parte, Igwegbe et al. (2024) señalan que la acumulación de residuos sin sistemas adecuados de captación y tratamiento de lixiviados representa un problema para la protección del agua, el suelo y el aire, debido a la presencia potencial de contaminantes orgánicos, inorgánicos y metales pesados.

En América Latina, las deficiencias asociadas a la disposición final adquieren especial relevancia por las limitaciones técnicas, institucionales y financieras que enfrentan determinados gobiernos locales. Al respecto, Gallardo et al. (2025), en una investigación desarrollada en Tucumán, Argentina, propusieron una metodología de evaluación del riesgo de contaminación en botaderos abiertos mediante imágenes de drones, sistemas de información geográfica y análisis multicriterio, destacando la importancia de integrar información territorial y ambiental para orientar la toma de decisiones. De manera complementaria, De la Parra et al. (2026), mediante el análisis de nueve puntos de muestreo en un área de disposición abierta de residuos en Colombia, identificaron alteraciones fisicoquímicas y contaminación por determinados metales en muestras de suelo y sedimentos, proporcionando evidencia sobre la necesidad de fortalecer el monitoreo ambiental y las estrategias de recuperación de espacios afectados por la acumulación de residuos.

En el contexto peruano, el Ministerio del Ambiente (2025) informó que durante 2024 se generaron 8.994.762 toneladas de residuos sólidos municipales, equivalentes a un promedio de 24.643 toneladas diarias. Asimismo, reportó que los residuos valorizados representaron aproximadamente el 2,8% de la generación nacional, situación que evidencia la necesidad de fortalecer las estrategias de segregación, recuperación y aprovechamiento para disminuir la cantidad de materiales destinados a disposición final. En relación con esta problemática, Yuan y Zoungwana (2025) destacan la importancia de incorporar evaluaciones de riesgos ambientales y para la salud humana en los sistemas municipales de gestión de residuos sólidos, considerando las diferentes vías de exposición y los posibles efectos derivados de las

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

prácticas de manejo inadecuadas.

En el ámbito local, la provincia de Tumbes presenta dificultades relacionadas con la disposición final de residuos sólidos municipales, especialmente en áreas donde la acumulación de materiales se desarrolla bajo condiciones insuficientes de confinamiento, cobertura y control ambiental. La investigación de Morales (2026) comprendió tres áreas de disposición final: el Botadero Municipal Sector Cerro Colorado, ubicado en Corrales; el Botadero Municipal Sector Trujillo 4, en La Cruz; y el Botadero Pampa del Toro, en Tumbes. Durante el periodo marzo-agosto de 2026, se estimó un flujo aproximado de 92,7 toneladas diarias de residuos sólidos, identificándose limitaciones relacionadas con la impermeabilización, el manejo de lixiviados, el control de biogás y la supervisión operativa.

En función de lo expuesto, surge la siguiente interrogante de investigación: ¿Cómo se relaciona la valoración de los residuos sólidos en las áreas de disposición final con la identificación y gestión del riesgo ambiental en la provincia de Tumbes durante el periodo marzo-agosto de 2026? En respuesta a esta problemática, el objetivo del estudio consiste en evaluar las condiciones de disposición final de residuos sólidos y los impactos ambientales asociados, para establecer criterios que contribuyan a la gestión del riesgo ambiental en las áreas evaluadas de la provincia de Tumbes. La investigación pretende aportar información técnica que permita reconocer las principales condiciones de riesgo sobre el suelo, agua, aire, flora, fauna y salud pública, proporcionando elementos para orientar decisiones relacionadas con la prevención, control, mitigación y recuperación ambiental.

Economía circular y aprovechamiento sostenible de los recursos

La economía circular es un enfoque orientado a reducir el consumo de recursos naturales, prolongar la vida útil de los materiales y disminuir la generación de residuos destinados a disposición final. En este sentido, Awino y Apitz (2024) explican que la jerarquía de residuos establece una secuencia de prevención, reutilización, reciclaje, recuperación y disposición, mediante la cual es posible disminuir las presiones ambientales asociadas al consumo. De manera complementaria, Ambaye et al. (2023) destacan que las tecnologías de valorización permiten transformar residuos municipales en energía, combustibles y materiales aprovechables, contribuyendo a reducir la acumulación de desechos y la demanda de materias primas. Según Gajera et al. (2026), mediante una revisión sistemática, identificaron que determinados procesos térmicos pueden recuperar entre 544 y 816 kilovatios hora por tonelada de residuos municipales y reducir entre el 80% y el 90% de su masa, aunque su aplicación depende de las características del material y de las condiciones económicas y tecnológicas disponibles.

Desde una perspectiva institucional, la transición hacia modelos circulares requiere fortalecer la segregación en origen, la recolección diferenciada y la participación de los diferentes actores involucrados en el manejo de los residuos. Al respecto, Akome et al. (2024), mediante un análisis bibliométrico de 1.709 publicaciones científicas, identificaron barreras relacionadas con las políticas económicas, el financiamiento, la regulación y la coordinación entre los actores de la gestión. En concordancia, Zisopoulos et al. (2023) reconocen que los recicladores informales desempeñan un papel significativo en la recuperación de materiales, por lo que su integración en los sistemas municipales puede contribuir a desarrollar modelos de gestión más inclusivos. Por su parte, Valencia et al. (2023), a partir de entrevistas a mujeres recicladoras de Ecuador y Colombia, señalaron que las organizaciones asociativas facilitan el intercambio de materiales, la capacitación y la creación de redes de apoyo social, aspectos fundamentales

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

para fortalecer la recuperación de recursos en contextos latinoamericanos.

En relación con la sostenibilidad urbana, la economía circular también constituye una estrategia para disminuir las emisiones asociadas al manejo de los residuos y mejorar el aprovechamiento de materiales orgánicos e inorgánicos. En esta línea, Haris et al. (2024) sostienen que la integración de prácticas circulares en los sistemas urbanos puede contribuir a reducir las emisiones de carbono mediante la recuperación de recursos y el aprovechamiento energético. Por consiguiente, Sigcha et al. (2024), mediante una evaluación social del ciclo de vida del sector informal de reciclaje, identificaron desafíos relacionados con las condiciones laborales, la protección social y la inclusión de los recuperadores, demostrando que la sostenibilidad de estos sistemas requiere considerar simultáneamente los componentes ambientales, económicos y sociales.

Vigilancia ambiental y mecanismos de prevención de la contaminación

La vigilancia ambiental comprende los procedimientos destinados a identificar, registrar y analizar las condiciones de los componentes naturales susceptibles de alteración por actividades humanas. En el ámbito de los residuos sólidos, permite reconocer fuentes potenciales de contaminación y generar información para orientar las medidas de prevención y control. Al respecto, Alao et al. (2024), mediante técnicas de resistividad geoelectrica y análisis geoquímicos, estudiaron la influencia de las variaciones estacionales en el comportamiento de los lixiviados y sus posibles implicaciones para las aguas subterráneas. De manera complementaria, Ibraheem et al. (2024) demostraron la utilidad de integrar métodos magnéticos, electromagnéticos y tomografía de resistividad eléctrica para caracterizar áreas de disposición de residuos e identificar posibles alteraciones del subsuelo sin recurrir exclusivamente a procedimientos invasivos.

En cuanto a los contaminantes líquidos, la vigilancia ambiental requiere considerar la composición de los lixiviados y las posibles vías de transporte hacia el suelo y los cuerpos de agua. En este contexto, Kumar et al. (2023) identificaron que los lixiviados pueden contener microorganismos patógenos, pesticidas, microplásticos, productos farmacéuticos y otras sustancias que dificultan su tratamiento mediante una sola tecnología. Por otra parte, Grippa et al. (2023) destacan que los procesos de membranas de alta presión y oxidación avanzada pueden contribuir a la eliminación de contaminantes presentes en estos líquidos, aunque resulta necesario evaluar la ecotoxicidad y los subproductos generados durante el tratamiento. Para Dhamsaniya et al. (2023) explican que las características de los lixiviados varían según la antigüedad del área de disposición y las condiciones de descomposición de los residuos, por lo que la selección de los tratamientos requiere considerar parámetros fisicoquímicos específicos.

Desde la perspectiva atmosférica, la vigilancia ambiental permite identificar emisiones asociadas a la descomposición de la materia orgánica y reconocer diferencias entre las condiciones de funcionamiento de los sitios de disposición. En este sentido, Dogniaux et al. (2025), mediante observaciones satelitales de 151 áreas de disposición distribuidas en seis continentes, encontraron discrepancias entre las emisiones de metano detectadas y las estimaciones reportadas o modeladas, lo que evidencia la necesidad de mejorar los mecanismos de medición. En correspondencia, Krause et al. (2025), mediante 697 observaciones satelitales realizadas en 60 vertederos municipales de Norteamérica, estimaron una emisión media geométrica de 481 kilogramos de metano por hora, identificando una variabilidad considerable entre las instalaciones evaluadas. Estos antecedentes sustentan la importancia de complementar los registros operativos con herramientas de vigilancia ambiental que permitan identificar condiciones críticas y orientar medidas de

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

prevención y mitigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la provincia de Tumbes, Perú, durante el periodo comprendido entre marzo y agosto de 2026, con la finalidad de evaluar las condiciones de disposición final de residuos sólidos y los impactos ambientales asociados, para establecer criterios que contribuyeran a la gestión del riesgo ambiental. El estudio fue de tipo básico, de carácter descriptivo, con diseño no experimental, descriptivo de una sola casilla y de corte transversal, debido a que las condiciones ambientales y operativas se examinaron sin manipular deliberadamente las variables. Se empleó el método descriptivo para caracterizar las condiciones de infraestructura, operación, manejo de residuos y control ambiental de las áreas evaluadas. Además, se utilizó el método analítico para examinar las interacciones entre las actividades de disposición final y los componentes ambientales susceptibles de afectación. En correspondencia con este enfoque, Igwegbe et al. (2024) destacaron la importancia de evaluar conjuntamente las condiciones de manejo de residuos, la generación de lixiviados y los riesgos ambientales asociados, considerando las particularidades de cada infraestructura de disposición final.

La investigación comprendió dos componentes poblacionales; el primero estuvo constituido por las áreas de disposición final de residuos sólidos municipales de la provincia de Tumbes vinculadas con la administración municipal, de las cuales se seleccionaron tres unidades de análisis: el Botadero Municipal Sector Cerro Colorado, ubicado en el distrito de Corrales; el Botadero Municipal Sector Trujillo 4, situado en el distrito de La Cruz; y el Botadero Pampa del Toro, correspondiente al distrito de Tumbes. La selección fue no probabilística e intencional, considerando la existencia de disposición de residuos municipales, la accesibilidad, la ubicación territorial y la disponibilidad de condiciones para desarrollar la evaluación de campo. Estas tres unidades constituyeron la muestra ambiental del estudio ($n = 3$), sin asumir que representaran estadísticamente la totalidad de áreas de disposición final de la provincia.

Por otra parte, el componente social estuvo integrado por jefes o responsables de hogares residentes en las zonas de influencia de las áreas de disposición final seleccionadas. La muestra estuvo conformada por 34 jefes de familia ($n = 34$), seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Se consideraron como criterios de inclusión la residencia permanente en el área de influencia, la condición de jefe o responsable del hogar, el conocimiento de las condiciones ambientales del entorno y la aceptación voluntaria para participar. Se excluyeron las personas que no residían permanentemente en las áreas consideradas, quienes no podían proporcionar la información requerida y quienes rechazaron participar. Debido a que el documento original no estableció un número total verificable de hogares en las zonas de influencia, no se asignó una población social numérica ni se calculó una muestra probabilística a partir de un universo supuesto.

Para la recolección de información se emplearon la observación directa, la encuesta estructurada y la revisión de información documental y cartográfica. La observación directa se desarrolló mediante visitas de campo a las tres áreas seleccionadas, durante las cuales se registraron las condiciones de recepción y acumulación de residuos, cobertura superficial, impermeabilización, manejo de lixiviados, control de biogás, dispersión de materiales, presencia de vectores, olores, episodios de quema y mecanismos de supervisión. Se utilizaron fichas de observación técnica, listas de cotejo, registros fotográficos y fichas de campo. En concordancia con este procedimiento, Clemente et al. (2024) señalaron que la caracterización

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

de las condiciones de disposición y manejo de residuos resultó fundamental para comprender los problemas asociados a la generación de lixiviados y establecer alternativas de gestión ambiental.

La lista de cotejo permitió evaluar cuatro dimensiones: planificación y normativa, infraestructura y equipamiento, operación y manejo de residuos, y monitoreo y control. Los indicadores fueron codificados mediante una escala de cumplimiento de tres niveles: cumple (1), cumplimiento parcial (0,5) y no cumple (0). Esta codificación permitió organizar los resultados de la evaluación técnica y comparar descriptivamente las condiciones observadas en las áreas estudiadas. Paralelamente, la información documental se complementó con los registros disponibles en el Portal de Información de Fiscalización Ambiental del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental y con los instrumentos normativos establecidos por el Ministerio del Ambiente del Perú, particularmente el Decreto Legislativo N.º 1278 y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 014-2017-MINAM, utilizados como referentes para interpretar las condiciones de gestión integral y disposición final de residuos sólidos.

En el componente social se aplicó un cuestionario estructurado de 20 preguntas a los 34 jefes de familia seleccionados. El instrumento estuvo organizado en cuatro dimensiones: calidad percibida del aire, calidad percibida del agua, calidad percibida del suelo y salud pública, cada una conformada por cinco preguntas. Se empleó una escala tipo Likert de cinco categorías: nunca (1), casi nunca (2), algunas veces (3), casi siempre (4) y siempre (5). Las preguntas permitieron conocer la percepción de los participantes respecto de la presencia de malos olores, humo, residuos dispersos, vectores y posibles molestias sanitarias relacionadas con las condiciones de su entorno. La validez de contenido de los instrumentos se estableció mediante juicio de expertos, quienes examinaron la claridad, pertinencia, coherencia y relevancia de los ítems. Los registros de validación se incorporaron en los anexos de la investigación original.

Para identificar los impactos ambientales se empleó una matriz de Leopold modificada, mediante la cual se relacionaron las actividades desarrolladas en las áreas de disposición final con los componentes susceptibles de afectación, considerando suelo, aire, agua, flora, fauna y salud pública. Posteriormente, se aplicó la metodología de Conesa Fernández-Vítora (2010), que permitió valorar la importancia de los impactos mediante los atributos de intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad. La valoración se efectuó mediante la siguiente expresión:

$$I = \pm[3(IN) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Donde I representó la importancia del impacto; IN, la intensidad; EX, la extensión; MO, el momento; PE, la persistencia; RV, la reversibilidad; SI, la sinergia; AC, la acumulación; EF, el efecto; PR, la periodicidad; y MC, la recuperabilidad. La aplicación de esta metodología permitió clasificar la importancia ambiental de las interacciones identificadas y reconocer los componentes que requerían mayor atención preventiva. Complementariamente, Zhou et al. (2024) destacaron que la evaluación de los sistemas de disposición final debía considerar las condiciones de generación y movilidad de lixiviados, debido a su relevancia para la identificación de posibles vías de afectación ambiental.

En cuanto al procesamiento de la información, los datos obtenidos mediante los cuestionarios, fichas de observación y listas de cotejo fueron revisados, codificados y organizados en matrices de Microsoft Excel. El análisis estadístico se desarrolló mediante procedimientos descriptivos, utilizando frecuencias absolutas,

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

frecuencias relativas y porcentajes. La frecuencia relativa se calculó dividiendo el número de respuestas de cada categoría entre el total de participantes, mientras que los porcentajes se obtuvieron multiplicando la frecuencia relativa por cien. Los resultados fueron presentados mediante tablas de distribución de frecuencias y representaciones gráficas, con el propósito de facilitar la interpretación de los indicadores ambientales y sociales. No se aplicaron pruebas inferenciales ni se establecieron relaciones causales, debido al diseño descriptivo y al procedimiento de selección no probabilístico.

Los resultados de la valoración ambiental fueron integrados con las condiciones operativas observadas y las percepciones de los participantes, con la finalidad de reconocer los principales escenarios de riesgo y orientar medidas de prevención y mitigación. La interpretación se realizó considerando los lineamientos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2024), que destacó la necesidad de fortalecer los sistemas de gestión de residuos mediante la prevención, la recuperación de materiales y el control de las externalidades ambientales. La investigación respetó la participación voluntaria y la confidencialidad de los encuestados, y los registros obtenidos fueron utilizados exclusivamente con fines académicos. Asimismo, se reconoció que la valoración mediante matrices y la percepción social permitieron identificar condiciones de riesgo ambiental, pero no constituyeron evidencia analítica de contaminación ni permitieron atribuir causalmente enfermedades a las áreas de disposición final evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación se organizaron a partir de la evaluación de tres áreas de disposición final de residuos sólidos municipales de la provincia de Tumbes, Perú, durante el periodo marzo-agosto de 2026. El análisis integró las condiciones de infraestructura y operación, la identificación y valoración de los impactos ambientales, la percepción de 34 jefes de familia y la caracterización territorial de los lugares evaluados.

Caracterización de las áreas de disposición final y condiciones operativas

La evaluación comprendió tres áreas administradas por municipalidades de la provincia de Tumbes; durante las visitas de campo se identificaron condiciones relacionadas con la acumulación superficial de residuos, dispersión de materiales, exposición de desechos orgánicos e inorgánicos y limitaciones en los mecanismos de confinamiento y control. La caracterización permitió reconocer diferencias territoriales y administrativas entre los lugares evaluados, aunque se identificaron deficiencias operativas comunes. En este sentido, Siddiqua et al. (2022) señalaron que las condiciones de disposición abierta, particularmente cuando existen deficiencias de cobertura y control de emisiones, pueden incrementar las posibilidades de interacción entre los residuos y los componentes ambientales. La distribución de las unidades evaluadas se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Caracterización territorial de las áreas de disposición final de residuos sólidos

N.º	Área de disposición final	Distrito	Municipalidad administradora	Características observadas
1	Botadero Municipal Sector Cerro Colorado	Corrales	Municipalidad Distrital de Corrales	Acumulación superficial y dispersión de residuos sólidos municipales.
2	Botadero	La Cruz	Municipalidad	Residuos expuestos, acumulación de

	Municipal Sector Trujillo 4		Distrital de La Cruz	materiales orgánicos y presencia de fauna asociada a los desechos.
3	Botadero Pampa del Toro	Tumbes	Municipalidad Provincial de Tumbes	Acumulación de residuos sobre el terreno y presencia de materiales de construcción mezclados con residuos municipales.

Nota. Elaboración propia a partir de los registros de campo.

Los resultados de la Tabla 1 evidenciaron que las tres áreas presentaban condiciones de disposición superficial que dificultaban el confinamiento técnico de los residuos. En Cerro Colorado y Trujillo 4 se registraron materiales expuestos y dispersos, mientras que en Pampa del Toro se identificó adicionalmente la presencia de residuos de construcción y demolición mezclados con residuos municipales. Estas características mostraron la necesidad de fortalecer los procedimientos de recepción, clasificación, compactación y cobertura.

Por otra parte, la evaluación de la capacidad operativa permitió estimar un flujo aproximado de 92,7 toneladas diarias de residuos sólidos para el ámbito estudiado. Este resultado evidenció una presión importante sobre las áreas de disposición, considerando que no se verificó un sistema continuo de confinamiento en celdas ni compactación sistemática. La cifra correspondió al flujo aproximado reportado para el periodo evaluado, sin que el documento proporcionara una distribución individual de toneladas por botadero.

En concordancia con estos hallazgos, Awasthi et al. (2023) identificaron que las limitaciones de los sistemas municipales de manejo de residuos incrementaban las dificultades de gestión y destacaron la importancia de fortalecer la segregación y el aprovechamiento de materiales. En el estudio, la evaluación se concentró en las condiciones de disposición final; por tanto, no se establecieron porcentajes de composición física de residuos que no hubieran sido determinados mediante una caracterización gravimétrica.

En cuanto a la infraestructura y los mecanismos de control, se identificaron deficiencias relacionadas con la ausencia de cobertura diaria, impermeabilización basal, captación de lixiviados y evacuación controlada del biogás. Para establecer el nivel de cumplimiento de las principales condiciones de operación se aplicaron los indicadores registrados mediante la observación directa y las listas de cotejo, cuyos resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

Evaluación de las condiciones operativas y de control ambiental

Indicador evaluado	Interpretación
Cobertura diaria de residuos con material inerte	
Impermeabilización de la base	
Captación y manejo de lixiviados	Crítico o inexistente
Sistema de evacuación de biogás	
Cerco perimetral y control de acceso	Deficiente o vulnerable
Frecuencia de supervisión e inspección	Insuficiente

Nota. Elaboración propia a partir de la evaluación técnica.

Los datos de la Tabla 2 evidenciaron que las áreas estudiadas no contaban con los mecanismos técnicos

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

necesarios para desarrollar una disposición final ambientalmente controlada. La cobertura diaria registró un cumplimiento del 0,00%, situación que mantuvo los residuos expuestos a las condiciones ambientales y favoreció su dispersión. La ausencia de impermeabilización y de sistemas de manejo de lixiviados constituyó una condición relevante para la valoración de los posibles efectos sobre el suelo y el agua.

La frecuencia registrada de 0,5 inspecciones mensuales también evidenció limitaciones en el seguimiento de las condiciones operativas. Este resultado adquirió importancia porque la supervisión permitió reconocer oportunamente la acumulación de residuos, la presencia de materiales dispersos y los eventos relacionados con olores, humo y vectores.

Identificación y valoración de los impactos ambientales

La identificación de impactos mediante la matriz de Leopold modificada permitió relacionar las actividades desarrolladas en las áreas de disposición final con los componentes ambientales susceptibles de afectación. Posteriormente, la aplicación de la metodología de Conesa permitió establecer la importancia relativa de los impactos identificados, considerando su intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y otros atributos ambientales.

La evaluación comprendió seis componentes: suelo, aire, agua, flora, fauna y salud pública. Los resultados permitieron identificar impactos negativos de importancia moderada y severa, según los criterios de clasificación establecidos en la metodología aplicada. Los valores registrados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Valoración de la importancia de los impactos ambientales identificados

Componente ambiental	Impacto identificado	Importancia (I)	Clasificación
Salud pública	Riesgo sanitario relacionado con las condiciones ambientales del entorno.	-62	Severo
Suelo	Afectación asociada a la acumulación de residuos y posible interacción con lixiviados.	-52	
Fauna	Presencia de vectores y aves carroñeras asociadas a la acumulación de residuos.	-52	
Aire	Generación de olores, gases y humo relacionado con episodios de quema.	-48	Moderado
Agua	Posible infiltración de lixiviados y escorrentía hacia sectores receptores.	-44	
Flora	Alteración de la cobertura vegetal en las áreas intervenidas.	-44	

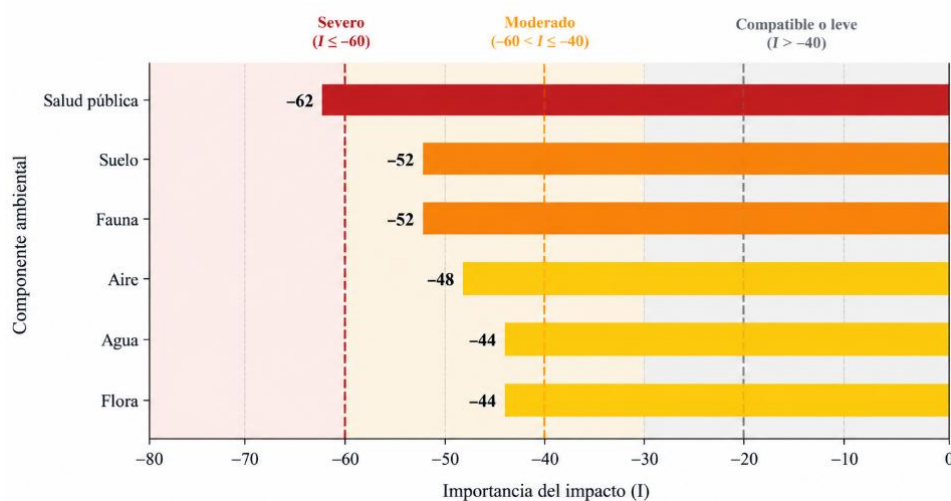
Nota. Elaboración propia a partir de la matriz de valoración ambiental.

Los resultados de la Tabla 3 mostraron que tres componentes alcanzaron una clasificación severa, mientras que los tres restantes presentaron una importancia moderada. La salud pública obtuvo un valor de -62, seguida del suelo y la fauna, con -52 cada uno. Por su parte, el aire registró -48, mientras que el agua y la flora alcanzaron -44.

Esta distribución permitió reconocer los componentes ambientales que requerían atención en los procedimientos de prevención, control y mitigación. Para facilitar la comparación visual de las valoraciones obtenidas, la Figura 1 presenta la magnitud de importancia de los impactos identificados.

Figura 1

Importancia de los impactos ambientales identificados en las áreas de disposición final



Nota. Elaboración propia a partir de la valoración mediante la metodología de Conesa. El gráfico presenta la magnitud absoluta de los valores negativos, conservando su clasificación ambiental.

En la Figura 1 se observó que el componente de salud pública registró una importancia de -62, clasificada como severa. La valoración se relacionó con las condiciones de exposición del entorno a residuos acumulados, olores, humo y presencia de vectores, sin que ello constituyera una medición epidemiológica de enfermedades.

Por otra parte, el suelo obtuvo una importancia de -52, asociada a la disposición directa de residuos sobre el terreno natural y a la ausencia de sistemas de impermeabilización y control de lixiviados. Estas condiciones permitieron identificar posibles mecanismos de afectación ambiental.

Al respecto, Siddiqua et al. (2022) explicaron que la disposición de residuos en instalaciones sin medidas adecuadas de control puede producir diferentes presiones sobre el suelo y los recursos hídricos debido a la generación y movilidad de lixiviados. En correspondencia con este antecedente, los resultados de Tumbes evidenciaron condiciones que justificaban el fortalecimiento de la prevención y el seguimiento ambiental, aunque no se realizaron análisis de laboratorio que permitieran determinar concentraciones específicas de contaminantes.

La fauna registró igualmente una valoración severa de -52, relacionada con la presencia de moscas, roedores y aves carroñeras en los espacios utilizados para la disposición final. La acumulación de materiales orgánicos y la insuficiencia de cobertura constituyeron condiciones relevantes para interpretar este resultado. En cuanto al aire, se obtuvo una importancia de -48, clasificada como moderada, debido principalmente a la presencia de olores, gases derivados de la descomposición de residuos y humo asociado con episodios de quema a cielo abierto.

El agua y la flora registraron valores de -44; en el primer caso, la valoración se relacionó con el riesgo potencial de infiltración y escorrentía de lixiviados; mientras que, en el segundo, se identificaron posibles alteraciones de la cobertura vegetal debido a la ocupación del terreno y la acumulación de materiales.

Percepción social de los efectos ambientales y sanitarios

La evaluación social permitió complementar los resultados de observación técnica mediante la información

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

proporcionada por 34 jefes de familia residentes en las zonas de influencia de las áreas de disposición final.

El cuestionario permitió identificar la frecuencia con la que los participantes manifestaron experimentar molestias ambientales o reportaron posibles problemas sanitarios en sus hogares. Los resultados se organizaron mediante frecuencias absolutas, relativas y porcentajes, considerando como denominador el total de participantes.

En este contexto, Siddiqua et al. (2022) señalaron que las poblaciones próximas a lugares de disposición inadecuada podían encontrarse expuestas a molestias relacionadas con olores, humo y agentes biológicos. Sin embargo, los autores también destacaron la complejidad de establecer relaciones entre exposición y efectos sanitarios, lo que justificó interpretar los resultados del presente estudio dentro de su alcance descriptivo. Las frecuencias obtenidas se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

Percepción de los jefes de familia sobre las condiciones ambientales y sanitarias

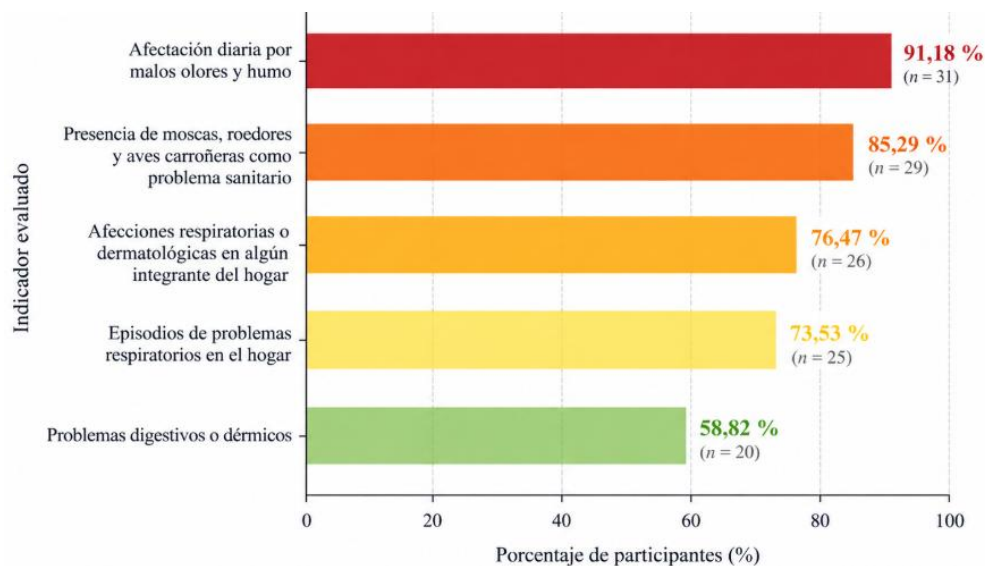
Aspecto evaluado	Frecuencia (n)	Frecuencia relativa	Porcentaje
Afectación diaria por malos olores y humo	31	0,9118	91,18%
Presencia de moscas, roedores y aves carroñeras como problema sanitario	29	0,8529	85,29%
Afecciones respiratorias o dermatológicas en algún integrante del hogar	26	0,7647	76,47%
Episodios de problemas respiratorios en el hogar	25	0,7353	73,53%
Problemas digestivos o dérmicos	20	0,5882	58,82%

Nota. Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada a 34 jefes de familia. Los porcentajes fueron calculados individualmente sobre el total de participantes.

Los resultados de la Tabla 4 evidenciaron que el 91,18% de los participantes manifestó afectación diaria por malos olores y humo. Este indicador representó 31 de los 34 jefes de familia encuestados y es la molestia ambiental reportada con mayor frecuencia. Asimismo, el 85,29%, equivalente a 29 participantes, identificó la presencia de moscas, roedores y aves carroñeras como un problema sanitario relacionado con las condiciones del entorno.

En cuanto a los reportes sobre salud, el 76,47% indicó que algún integrante de su hogar había presentado afecciones respiratorias o dermatológicas; el 73,53% manifestó episodios de problemas respiratorios y el 58,82% reportó problemas digestivos o dérmicos. Estos indicadores correspondieron a preguntas diferentes, por lo que un mismo participante pudo reportar más de una situación. En consecuencia, las frecuencias y los porcentajes no representaron categorías mutuamente excluyentes.

Con la finalidad de facilitar la comparación estadística de las principales percepciones ambientales y sanitarias, la Figura 2 presenta la distribución porcentual de los cinco indicadores reportados por los participantes.

Figura 2*Distribución porcentual de las percepciones ambientales y sanitarias de los jefes de familia*

Nota. Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada a 34 jefes de familia. Se representaron los porcentajes individuales de cada indicador.

La Figura 2 permitió identificar una elevada frecuencia de molestias relacionadas con las condiciones atmosféricas y sanitarias del entorno. Los malos olores y el humo registraron el 91,18 %, mientras que la presencia de fauna asociada a la acumulación de residuos alcanzó el 85,29 %.

En relación con los reportes sanitarios, se observaron porcentajes superiores al 70 % en dos de los tres indicadores considerados. Sin embargo, estos resultados correspondieron a percepciones y declaraciones de los participantes, por lo que no demostraron que las enfermedades hubieran sido ocasionadas por las áreas de disposición final.

En consecuencia, la información social complementó la evaluación ambiental al permitir reconocer las molestias experimentadas por la población y los aspectos que requerían seguimiento, sin sustituir los estudios epidemiológicos o las mediciones instrumentales.

Caracterización territorial y gestión del riesgo ambiental

La georreferenciación de las tres áreas permitió complementar la interpretación de los impactos ambientales mediante su ubicación respecto de los entornos habitados y agrícolas próximos. La investigación registró distancias aproximadas de entre 1,5 y 3 kilómetros respecto de determinadas zonas habitadas y sectores relacionados con drenajes o valles agrícolas, lo que permitió contextualizar espacialmente las condiciones de disposición final.

La caracterización territorial evidenció que las áreas estudiadas se encontraban vinculadas con espacios donde se desarrollaban actividades humanas y agrícolas. Sin embargo, la proximidad geográfica se interpretó como un elemento de contextualización ambiental y no como evidencia suficiente para demostrar contaminación o atribuir un impacto a una fuente específica.

A partir de la integración de los resultados técnicos, ambientales y sociales, se identificaron las principales condiciones que debían considerarse en la gestión del riesgo ambiental. En concordancia con Awino y Apitz

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

(2024), la gestión integral de residuos requirió considerar las diferentes etapas del manejo y establecer estrategias de prevención que disminuyeran la presión sobre los lugares de disposición final. Bajo esta perspectiva, la investigación permitió reconocer los aspectos operativos y ambientales relevantes para orientar medidas de intervención, como se sintetiza en la Tabla 5.

Tabla 5

Integración de los hallazgos ambientales y criterios para la gestión del riesgo

Condición identificada	Evidencia del estudio	Componente relacionado	Criterio de gestión ambiental
Residuos expuestos y dispersos	Cobertura diaria: 0,00%	Suelo, aire y fauna	Cobertura y confinamiento de residuos
Ausencia de impermeabilización	Cumplimiento: 0,00%	Suelo y agua	Protección de la base de disposición
Ausencia de captación de lixiviados	Cumplimiento: 0,00%	Suelo y agua	Captación, conducción y tratamiento
Ausencia de evacuación controlada de biogás	Cumplimiento: 0,00%	Aire	Control de gases y emisiones
Supervisión insuficiente	0,5 inspecciones mensuales	Gestión ambiental	Fortalecimiento del seguimiento operativo
Molestias relacionadas con olores y humo	91,18% de los participantes	Calidad del aire y entorno social	Prevención de quemaduras y control de olores
Presencia de vectores y fauna oportunista	85,29% de los participantes	Fauna y entorno social	Control de vectores y manejo de residuos expuestos

Nota. Elaboración propia a partir de la integración de los resultados técnicos, ambientales y sociales. Los criterios de gestión constituyen orientaciones derivadas de los hallazgos, no intervenciones ejecutadas o evaluadas experimentalmente.

Los resultados de la Tabla 5 permitieron relacionar las deficiencias técnicas con los componentes ambientales y sociales considerados en el estudio. La ausencia de infraestructura para el confinamiento y manejo de lixiviados constituyó una condición relevante para la prevención de posibles afectaciones sobre el suelo y el agua, mientras que la exposición de residuos, los episodios de quema y la presencia de vectores justificaron el fortalecimiento de los mecanismos de control ambiental. La información social permitió complementar esta interpretación, particularmente porque los participantes manifestaron molestias relacionadas con las condiciones atmosféricas y sanitarias del entorno.

La integración de los resultados permitió establecer que las tres áreas de disposición final evaluadas presentaban deficiencias técnicas y operativas que requerían medidas de prevención, control y mitigación. La valoración ambiental identificó impactos negativos de importancia severa sobre la salud pública, el suelo y la fauna, así como impactos moderados sobre el aire, el agua y la flora.

De esta manera, los resultados proporcionaron información para orientar la gestión del riesgo ambiental en la provincia de Tumbes mediante el fortalecimiento de la infraestructura, la supervisión operativa y el seguimiento de las condiciones ambientales, considerando las competencias y posibilidades de intervención de las municipalidades responsables.

CONCLUSIONES

La evaluación de las tres áreas de disposición final de residuos sólidos de la provincia de Tumbes evidenció deficiencias significativas en las condiciones de infraestructura, operación y control ambiental. Se estimó un flujo aproximado de 92,7 toneladas diarias de residuos sólidos, mientras que los indicadores de cobertura diaria, impermeabilización basal, captación de lixiviados y evacuación controlada de biogás registraron un cumplimiento del 0,00%. Estos hallazgos demostraron la necesidad de fortalecer la planificación operativa, el confinamiento técnico de los residuos y los mecanismos de supervisión municipal para disminuir las condiciones de riesgo ambiental.

La valoración mediante la metodología de Conesa permitió identificar impactos ambientales negativos de importancia severa y moderada. La salud pública registró una importancia de -62, mientras que el suelo y la fauna alcanzaron -52, todos clasificados como severos. Por su parte, el aire obtuvo -48 y el agua y la flora registraron -44, correspondientes a impactos moderados. Estos resultados evidenciaron la importancia de implementar medidas de prevención, control y mitigación, particularmente aquellas relacionadas con la cobertura de residuos, el manejo de lixiviados, la reducción de emisiones y el control de vectores, considerando que las valoraciones expresaron la importancia ambiental estimada y no concentraciones de contaminación comprobadas mediante análisis de laboratorio.

La percepción social complementó la evaluación ambiental y permitió reconocer las principales molestias manifestadas por la población residente en las zonas de influencia de las áreas estudiadas. De los 34 jefes de familia encuestados, el 91,18% reportó afectación diaria por malos olores y humo, mientras que el 85,29% identificó la presencia de moscas, roedores y aves carroñeras como un problema sanitario. Así mismo, el 73,53% manifestó episodios de problemas respiratorios en sus hogares, sin que estos reportes permitieran establecer relaciones causales con la disposición de residuos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akomea-Frimpong, I., Tetteh, P. A., Ofori, J. N. A., Tumpa, R. J., Pariafsai, F., Tenakwah, E. S., Asogwa, I. E., Vanapalli, K. R., Adu-Gyamfi, G., Kukah, A. S., & Tenakwah, E. J. (2024). Revisión bibliométrica de las barreras para implementar la economía circular en la gestión de residuos sólidos. *Discover Environment*, 2, 20. DOI: 10.1007/s44274-024-00050-4
- Alao, J. O., Otokpa, O. J., Abubakar, F., Eshimiakhe, D., Aliyu, A., Abdulsalami, M., & Abdulmalik, D. O. (2024). Monitoreo geoelectrico y geoquímico de lixiviados de vertederos debido a variaciones estacionales y sus implicaciones para las aguas subterráneas y la salud pública. *Scientific Reports*, 14, 26542. DOI: 10.1038/s41598-024-77727-6
- Ambaye, T. G., Djellabi, R., Vaccari, M., Prasad, S., Aminabhavi, T. M., & Rtimi, S. (2023). Tecnologías emergentes y estrategias sostenibles para la valorización de residuos sólidos municipales: Desafíos de la implementación de la economía circular. *Journal of Cleaner Production*, 423, 138708. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.138708
- Awasthi, P., Chataut, G., & Khatri, R. (2023). Composición de los residuos sólidos y su gestión: Estudio de caso del municipio de Kirtipur-10. *Heliyon*, 9(11), e21360. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e21360
- Awino, F. B., & Apitz, S. E. (2024). Gestión de residuos sólidos en el contexto de la jerarquía de residuos

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

y la economía circular: Una revisión crítica internacional. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 20(1), 9–35. DOI: 10.1002/ieam.4774

Clemente, E., Domingues, E., Quinta-Ferreira, R. M., Leitão, A., & Martins, R. C. (2024). Prácticas de disposición final en Europa y África: Panorama de la gestión de residuos sólidos municipales, caracterización de lixiviados y tecnologías de tratamiento. *Journal of Water Process Engineering*, 66, 105931. DOI: 10.1016/j.jwpe.2024.105931

Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4.ª ed. revisada y ampliada). Mundi-Prensa.

De la Parra-Guerra, A. C., Rodelo-Soto, K. J., Polo-Camargo, S., Pallares-Arévalo, M., Flores, E. M. M., Picoloto, R., Andriolli, C. R., Osorio-Martínez, J., Rematoza-Chamorro, K., & Fuentes-Gandara, F. (2026). Impacto de la disposición a cielo abierto de residuos sólidos urbanos sobre la toxicidad y las propiedades del suelo en un ambiente tropical. *Environmental Science and Pollution Research*, 33, 10592–10606. DOI: 10.1007/s11356-026-37862-1

Dhamsaniya, M., Sojitra, D., Modi, H., Shabiimam, M. A., & Kandya, A. (2023). Revisión de las técnicas para el tratamiento de lixiviados de vertederos. *Materials Today: Proceedings*, 77, 358–364. DOI: 10.1016/j.matpr.2022.11.496

Dogniaux, M., Maasackers, J. D., Girard, M., Jervis, D., McKeever, J., Schuit, B. J., Sharma, S., Lopez-Noreña, A., Varon, D. J., & Aben, I. (2025). Un estudio satelital mundial revela incertidumbre en las emisiones de metano de los vertederos. *Nature*, 647, 397–402. DOI: 10.1038/s41586-025-09683-8

Gajera, R., Henrysson, M., & Khatiwada, D. (2026). Economía circular para los residuos sólidos municipales: Revisión sistemática sobre gestión de recursos, reciclaje y recuperación. *Waste Management Bulletin*, 4(3), 100333. DOI: 10.1016/j.wmb.2026.100333

Gallardo García Freire, P., Matías, E., Malizia, A., Monmany-Garzia, A. C., & Galindo-Cardona, A. (2025). Evaluación del riesgo de contaminación en subcuencas de un botadero abierto mediante drones y sistemas de información geográfica. *Waste Management & Research*, 43(9), 1425–1433. DOI: 10.1177/0734242X251314180

Gripá, E., Daflon, S. D. A., de Almeida, R., da Fonseca, F. V., & Campos, J. C. (2023). Tratamiento de lixiviados mediante membranas de alta presión y técnicas de oxidación avanzada, con énfasis en la ecotoxicidad y la gestión de subproductos: Una revisión. *Process Safety and Environmental Protection*, 173, 747–764. DOI: 10.1016/j.psep.2023.03.074

Haris, N. I. N., Al Edrus, S. S. O., Abdul Raof, N., Wondi, M. H., Khan, W. R., Sien, L. S., Ilyas, R. A., Norrahim, M. N. F., & Sawatdeenarunat, C. (2024). Hacia ciudades bajas en carbono: Revisión de la integración de la economía circular en la gestión de residuos urbanos y su impacto en las emisiones de carbono. *WIREs Energy and Environment*, 13(5), e535. DOI: 10.1002/wene.535

Ibraheem, I. M., Yogeshwar, P., Bergers, R., & Tezkan, B. (2024). Interpretación conjunta de datos magnéticos, electromagnéticos transitorios y tomografía de resistividad eléctrica para caracterizar vertederos y detectar contaminación. *Scientific Reports*, 14, 30616. DOI: 10.1038/s41598-024-83848-9

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

- Igwegbe, C. A., López-Maldonado, E. A., Landázuri, A. C., Ovuoraye, P. E., Ogbu, A. I., Vela-García, N., & Białowiec, A. (2024). Gestión sostenible de lixiviados de vertederos municipales: Prácticas actuales, desafíos y perspectivas futuras. *Desalination and Water Treatment*, 320, 100709. DOI: 10.1016/j.dwt.2024.100709
- Krause, M. J., Thoma, E. D., Bryant, A., Brantley, H., MacDonald, M., Green, R., & Thorneloe, S. (2025). Estudio satelital de alta resolución de las emisiones de metano de sesenta vertederos municipales de Norteamérica. *Environmental Science & Technology*, 59(29), 15080–15091. DOI: 10.1021/acs.est.5c01409
- Kumar, V., Sharma, N., Umesh, M., Chakraborty, P., Kaur, K., Duhan, L., Sarojini, S., Thazeem, B., Pasrija, R., Vangnai, A. S., & Maitra, S. S. (2023). Características, destino y tecnologías sostenibles para la eliminación de microcontaminantes presentes en lixiviados de vertederos: Una perspectiva técnica. *Journal of Water Process Engineering*, 53, 103649. DOI: 10.1016/j.jwpe.2023.103649
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Decreto Legislativo N.º 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Gobierno del Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Decreto Supremo N.º 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278*. Gobierno del Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2025, 8 de julio). *Municipios reportan incremento en valorización de residuos sólidos durante 2024*. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/1205034>
- Morales Saldaña, V. N. (2026). *Estado de la gestión e impacto ambiental del proceso de disposición final de residuos sólidos en la provincia de Tumbes, marzo-agosto, 2026* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Tumbes].
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2024). *Perspectiva mundial de la gestión de residuos 2024*. <https://www.unep.org/es/resources/perspectiva-mundial-de-la-gestion-de-residuos-2024>
- Siddiqua, A., Hahladakis, J. N., & Al-Attiya, W. A. K. A. (2022). Panorama de la contaminación ambiental y los efectos sobre la salud asociados a la disposición de residuos en vertederos y botaderos abiertos. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 58514–58536. DOI: 10.1007/s11356-022-21578-z
- Sigcha Quezada, E. A., Cabrera Barbecho, F. N., Pacheco Portilla, G., Vanegas Peña, P. F., & Sucozhañay Calle, D. C. (2024). Aplicación de la evaluación social del ciclo de vida en el sector informal del reciclaje: Comprensión de desafíos y limitaciones. *Waste Management*, 181, 20–33. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.03.029
- Valencia, M., Solíz, M. F., & Yépez, M. (2023). La recuperación de residuos como forma de provisión social: Hacia una transición justa a la economía circular. *Journal of Cleaner Production*, 398, 136646. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.136646
- Yuan, Q., & Zoungwana, A. (2025). Revisión sistemática de las evaluaciones de riesgos ambientales y para la salud humana en la gestión de residuos sólidos municipales. *Discover Sustainability*, 6, 930.

<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.134>

DOI: 10.1007/s43621-025-01544-8

Zhou, W., Chai, J., Xu, Z., Qin, Y., Cao, J., & Zhang, P. (2024). Revisión de los métodos existentes para predecir la producción de lixiviados en vertederos de residuos sólidos municipales. *Environmental Science and Pollution Research*, 31, 16131–16149. DOI: 10.1007/s11356-024-32289-y

Zisopoulos, F. K., Steuer, B., Abussafy, R., Toboso-Chavero, S., Liu, Z., Tong, X., & Schraven, D. (2023). Los recicladores informales como actores de la economía circular. *Journal of Cleaner Production*, 415, 137894. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.137894