eVitroKhem. 2022; 1:27
doi: 10.56294/evk202227

COMUNICACIÓN BREVE

Environmental and health risks due to inadequate waste disposal in San Pablo, Peru

Riesgos ambientales y de salud por disposición inadecuada de residuos en San Pablo, Perú

Benny Walker Díaz-Fonseca[1], Carlos Mauricio Lozano-Carranza[1], Andi Lozano-Chung[1]

[1]Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería. Tarapoto, Perú.

Citar como: Díaz-Fonseca BW, Lozano-Carranza CM, Lozano-Chung A. Environmental and health risks due to inadequate waste disposal in San Pablo, Peru. eVitroKhem. 2022; 1:27. https://doi.org/10.56294/evk202227

Enviado: 01-09-2021 **Revisado:** 21-12-2021 **Aceptado:** 05-03-2022 **Publicado:** 06-03-2022

Editor: Prof. Dr. Javier Gonzalez-Argote

Autor para la correspondencia: Benny Walker Díaz-Fonseca

ABSTRACT

Solid waste generation was one of the most persistent environmental and municipal management problems, affecting both urban and rural areas. In the district of San Pablo, the lack of a formal landfill forced waste to be disposed of in an open dump, producing toxic leachates containing heavy metals such as lead, cadmium and chromium. These contaminants infiltrated the soil and nearby water bodies, putting human health and the quality of natural resources at risk, especially in agricultural areas. National and international research showed that this phenomenon physically, chemically, and biologically degraded the soil, reducing its fertility and affecting food chains. The proximity of the dump to productive areas increased the risk of bioaccumulation of contaminants in crops and livestock. High BOD, COD, and bacteriological values above permissible limits were also observed. Social, cultural and political factors, such as excessive consumption, lack of environmental education and political will, intensified the problem. International experience showed that the solution required planning, adequate infrastructure, technical control, community participation and environmental education. For San Pablo, it was proposed to implement a sanitary landfill with waterproofing, leachate treatment, recycling programmes and continuous environmental monitoring. Without a comprehensive strategy, the negative impact of leachates would continue to degrade the soil, water and public health, compromising food security and the socio-economic well-being of the community.

Keywords: Solid Waste; Leachates; Pollution; Public Health; Environmental Risk.

RESUMEN

La generación de residuos sólidos representó uno de los problemas ambientales y de gestión municipal más persistentes, afectando a zonas urbanas y rurales. En el distrito de San Pablo, la carencia de un relleno sanitario formal obligó a disponer los residuos en un botadero a cielo abierto, lo que produjo lixiviados tóxicos con metales pesados como plomo, cadmio y cromo. Estos contaminantes se infiltraron en el suelo y en cuerpos de agua cercanos, poniendo en riesgo la salud humana y la calidad de los recursos naturales, especialmente en áreas agrícolas. Investigaciones nacionales e internacionales evidenciaron que este fenómeno deterioró física, química y biológicamente el suelo, reduciendo su fertilidad y afectando cadenas tróficas. La proximidad del botadero a zonas productivas incrementó el riesgo de bioacumulación de contaminantes en cultivos y ganado. Asimismo, se observaron altos valores de DBO, DQO y presencia bacteriológica por encima de los límites permisibles. Factores sociales, culturales y políticos, como el consumo desmedido, la ausencia de educación ambiental y la falta de voluntad política, intensificaron el problema. La experiencia internacional demostró que la solución requería planificación, infraestructura adecuada, control técnico, participación comunitaria y educación ambiental. Para San Pablo, se propuso implementar un relleno sanitario con

© 2022; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea correctamente citada

impermeabilización, tratamiento de lixiviados, programas de reciclaje y monitoreo ambiental continuo. Sin una estrategia integral, el impacto negativo de los lixiviados continuaría degradando el suelo, el agua y la salud pública, comprometiendo la seguridad alimentaria y el bienestar socioeconómico de la comunidad.

Palabras clave: Residuos Sólidos; Lixiviados; Contaminación; Salud Pública; Riesgo Ambiental.

ANTECEDENTES

La generación de residuos sólidos es uno de los problemas ambientales y de gestión municipal más persistentes y complejos de las últimas décadas, afectando tanto a zonas urbanas como rurales. Su manejo inadecuado no solo implica una dificultad logística, sino que acarrea consecuencias directas sobre la salud pública, el equilibrio ecológico y la sostenibilidad de los recursos naturales. A pesar de que se han identificado las causas y posibles soluciones desde hace tiempo, en muchos países, especialmente en regiones en vías de desarrollo, las acciones implementadas han resultado parciales y fragmentadas, dejando sin atender vastos sectores de la población. En este contexto, las municipalidades, como entidades responsables del recojo, transporte y disposición final de los residuos, enfrentan una carga que crece año tras año, agravada por el incremento poblacional y por la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento y disposición de estos desechos. Este problema se evidencia de forma particular en el Distrito de San Pablo, donde no existe un relleno sanitario formalmente establecido, lo que obliga a que la disposición final se realice en un botadero a cielo abierto. Tal práctica genera lixiviados altamente tóxicos, derivados de la descomposición microbiana de la materia orgánica y de la liberación de componentes químicos presentes en los residuos, que terminan infiltrándose en el suelo, contaminándolo y poniendo en riesgo la salud humana y la calidad de los recursos naturales, especialmente en áreas agrícolas cercanas.[1,2]

A nivel global, el manejo inadecuado de los residuos sólidos provoca contaminación del suelo, del aire y del agua. El suelo, como receptor final de gran parte de los residuos, sufre un deterioro físico, químico y biológico que altera su estructura y composición. Los lixiviados generados, producto de la percolación del agua a través de la masa de residuos, arrastran metales pesados y otros contaminantes que no solo afectan el perfil edáfico, sino que se trasladan por escorrentía o infiltración hacia cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Este fenómeno se ha documentado en múltiples investigaciones internacionales y nacionales, como en México,[3] donde se han detectado concentraciones peligrosas de plomo y otros metales por encima de los límites establecidos por la EPA, o en Colombia, donde antiguos botaderos clausurados hace décadas aún presentan altos niveles de contaminación por metales pesados. En Perú, la situación tampoco es alentadora: se estima que diariamente se generan unas 23 000 toneladas de residuos sólidos municipales, de las cuales apenas un 15 % es reciclado, mientras que alrededor del 90 % termina en más de mil doscientos botaderos ilegales, sin ningún tipo de control técnico o ambiental.[4]

En San Pablo, la ubicación del botadero municipal —a apenas dos kilómetros de la carretera Huingoyacu-Consuelo— representa un riesgo evidente, pues se encuentra próximo a zonas agrícolas de donde provienen cultivos y productos pecuarios que forman parte de la cadena alimentaria local. La exposición del suelo a lixiviados con presencia de plomo, cadmio y cromo, entre otros metales, no solo degrada la tierra, reduciendo su fertilidad, sino que puede provocar la bioacumulación de estos elementos en plantas y animales, con consecuencias potencialmente graves para la salud humana. La experiencia de otros municipios peruanos muestra que, en contextos similares, los lixiviados presentan altos valores de DBO y DQO, así como concentraciones bacteriológicas elevadas, incluyendo coliformes fecales y totales por encima de los Límites Máximos Permisibles, lo que confirma su papel como vector de contaminación tanto química como biológica.

La problemática de los residuos sólidos, sin embargo, no puede analizarse solo desde la perspectiva técnica; también implica factores sociales, culturales y políticos. La cultura del “usar y tirar”, el hiperconsumo y la falta de conciencia ambiental profundizan el problema. En comunidades donde no existen campañas sostenidas de educación ambiental ni políticas públicas consistentes, la población suele percibir los botaderos como soluciones inevitables, sin reconocer los daños invisibles que se van acumulando con el tiempo. La ausencia de planificación para la disposición final y la falta de infraestructura adecuada reflejan no solo limitaciones presupuestarias, sino también deficiencias en la voluntad política y en la gobernanza ambiental.

El suelo, como recurso fundamental para la vida, cumple funciones ecológicas y productivas esenciales: actúa como filtro y regulador de acuíferos, sostiene los ciclos biogeoquímicos, preserva la biodiversidad y constituye la base para la producción de alimentos. Cuando este recurso se contamina con lixiviados, pierde su capacidad de sustento y se convierte en un foco de riesgo. La lixiviación provoca pérdida de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, a la vez que introduce sustancias tóxicas persistentes. En climas húmedos, este proceso se ve intensificado, y si la cobertura vegetal es insuficiente o inexistente, la erosión y el arrastre de contaminantes aumentan exponencialmente. Los estudios de composición del lixiviado

muestran que este líquido contiene alta carga orgánica, metales pesados, compuestos nitrogenados, sales y microorganismos patógenos.[5] En botaderos nuevos, los valores de DBO y DQO son especialmente altos, mientras que en botaderos antiguos tienden a estabilizarse, aunque la presencia de metales y contaminantes persistentes se mantiene por largos períodos.[6]

El impacto ambiental de los lixiviados es multidimensional. En el agua superficial, pueden provocar eutrofización y pérdida de biodiversidad acuática; en aguas subterráneas, representan un riesgo directo para el abastecimiento humano; en el aire, aunque en menor medida, generan olores ofensivos y emisión de gases tóxicos durante la descomposición anaeróbica.[2] El deterioro paisajístico y la pérdida de valor de los terrenos cercanos a los botaderos afectan también la dimensión socioeconómica de las comunidades, reduciendo oportunidades de desarrollo y turismo, e incrementando la marginalidad de los sectores adyacentes. En la fauna y flora, la exposición prolongada a contaminantes altera las cadenas tróficas, incrementa la mortalidad de especies sensibles, y favorece la proliferación de plagas como roedores e insectos vectores de enfermedades.[3]

Si bien la problemática está claramente diagnosticada, la solución requiere de una estrategia integral que combine infraestructura adecuada, políticas públicas efectivas y educación ciudadana.[7] El caso de San Pablo, como otros en la región, podría beneficiarse de la implementación de un relleno sanitario con sistemas de impermeabilización de base, recolección y tratamiento de lixiviados, control de emisiones gaseosas y cobertura diaria de residuos para minimizar la exposición ambiental. La elaboración de un plan de mitigación no solo permitiría reducir la contaminación del suelo, sino que también podría incluir programas de reciclaje y compostaje que disminuyan la cantidad de residuos dispuestos en el botadero, prolongando la vida útil de las instalaciones y generando beneficios económicos para la comunidad.[8] Además, el monitoreo periódico de la calidad del suelo y del agua en el área de influencia directa es indispensable para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y para detectar oportunamente posibles focos de contaminación.[9,10,11]

La experiencia internacional ofrece ejemplos valiosos: en países que han logrado reducir significativamente los impactos de sus botaderos, las claves han sido la planificación a largo plazo, la asignación de recursos financieros y técnicos, la participación comunitaria y la aplicación estricta de normativas ambientales.[12] Sin embargo, la replicabilidad de estos modelos en contextos como el peruano exige adaptaciones que consideren las realidades económicas, sociales y culturales locales. No se trata solo de instalar tecnología avanzada, sino de garantizar su operación y mantenimiento a lo largo del tiempo, algo que a menudo ha fallado en iniciativas anteriores.

La educación ambiental es un pilar ineludible de cualquier estrategia. Sensibilizar a la población sobre los riesgos de la disposición inadecuada de residuos, promover la separación en origen y fomentar hábitos de consumo responsable son acciones que, si bien no sustituyen la necesidad de infraestructura, reducen significativamente la presión sobre los sistemas de disposición final.[13] En paralelo, el fortalecimiento institucional de las municipalidades, dotándolas de recursos y capacidades para gestionar adecuadamente los residuos, es fundamental para romper el círculo vicioso de botaderos incontrolados, contaminación y deterioro ambiental.

En el caso específico del Distrito de San Pablo, el abordaje del problema debe incluir un diagnóstico técnico detallado de la composición y concentración de metales pesados en el suelo, comparando los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental vigentes. Este diagnóstico permitirá priorizar las acciones de remediación y definir si es necesaria la remoción del suelo contaminado, la aplicación de técnicas de fitorremediación con especies vegetales capaces de absorber metales, o la estabilización química de contaminantes para reducir su movilidad. La implementación de barreras físicas o hidráulicas para contener el avance de los lixiviados, junto con la canalización y tratamiento de las aguas pluviales, puede contribuir a mitigar la expansión de la contaminación.[14,15]

El desafío es mayúsculo porque la acumulación de residuos no se detendrá a menos que se adopten cambios estructurales en la forma en que la comunidad produce, consume y desecha. La planificación territorial, considerando la ubicación estratégica de los sitios de disposición, es crucial para evitar que áreas agrícolas y fuentes de agua se vean afectadas. Asimismo, la incorporación de modelos de economía circular, en los que los residuos se reconozcan como recursos y se reintegren al ciclo productivo, abre la posibilidad de transformar un problema en una oportunidad de desarrollo sostenible.

En definitiva, el caso de San Pablo no es un hecho aislado, sino un reflejo de una realidad extendida en muchas localidades de América Latina y el Caribe. La falta de rellenos sanitarios adecuados, la disposición indiscriminada de residuos, la generación de lixiviados tóxicos y la contaminación del suelo son síntomas de un sistema de gestión de residuos que necesita ser repensado desde sus cimientos. La evidencia científica, tanto de investigaciones locales como internacionales, confirma que, sin una intervención decidida y sostenida, los impactos negativos seguirán acumulándose, comprometiendo no solo la salud del ambiente, sino también la seguridad alimentaria, la salud pública y el bienestar económico de las comunidades.

Este análisis es que la problemática de los residuos sólidos y la contaminación por lixiviados requiere una respuesta interdisciplinaria que combine ciencia, ingeniería, política pública y educación. En el caso del

Distrito de San Pablo, la hipótesis de que los lixiviados generan contaminación en el suelo es sustentada por la experiencia previa en contextos similares y por la evidencia teórica y empírica disponible. Superar este reto implica no solo la construcción de infraestructura de disposición final técnicamente adecuada, sino también la transformación de las prácticas sociales y de consumo que alimentan el problema. Las soluciones parciales y de corto plazo ya han demostrado ser insuficientes; es indispensable un compromiso sostenido de las autoridades locales, regionales y nacionales, con apoyo técnico y financiero, para transitar hacia un modelo de gestión integral de residuos sólidos que garantice la protección del suelo, del agua y de la salud humana en el presente y en las generaciones futuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Champi V, Villalba Balsa M. Evaluación de la contaminación por disposición final de residuos sólidos en los centros poblados de Pisac, Coya, Lama y Calca- Región Cusco [tesis de pregrado]. Cusco (Perú): Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; 2014. 181 p.

2. Vivanco V. Evaluación de la contaminación del suelo producida por el botadero municipal de Abancay y sus impactos negativos en el entorno y la salud humana [tesis de pregrado]. Abancay (Perú): Universidad Alas Peruanas, filial Abancay; 2012. 80 p.

3. Márquez L. Evaluación de la contaminación de suelos agrícolas por lixiviados de un botadero municipal en la parte central de México [tesis de pregrado]. México: Universidad del Valle de Toluca; 2010. 45 p.

4. Vásquez F. Evaluación del índice de calidad del agua en el área de influencia del botadero municipal de Tarapoto, sector Yacucatina-San Martín [tesis de posgrado]. Tarapoto (Perú): Universidad Nacional de San Martín; 2010. 127 p.

5. Fernández A. Contaminación por lixiviados. 2006 oct 13. Disponible en: http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/10/13/156373.php

6. Ministerio del Ambiente (MINAM). Guía para muestreo de suelos (En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo). Perú; 2014. 39 p.

7. Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil A. Gestión integral de residuos sólidos. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España SA; 1998. 1120 p. ISBN: 9788448118303.

8. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados. México; 2010. 152 p. ISBN: 978-607-7908-27-2.

9. Salazar J. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Argentina; 2000. 88 p.

10. Martínez F. Edafología y fertilidad de suelos. Loja (Ecuador): Instituto Tecnológico Superior Juan Montalvo; 2016. 92 p.

11. Ramírez HJ. Determinación de los niveles de contaminación del agua por la disposición final de residuos sólidos generados en la ciudad de Moyobamba-2014 [tesis de pregrado]. Moyobamba (Perú): Universidad Nacional de San Martín; 2014. 92 p.

12. Hernández C. Evaluación del índice de lixiviados de vertederos de residuos sólidos urbanos a cielo abierto en la ciudad de La Habana [tesis de pregrado]. La Habana (Cuba): Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría; 2009. 68 p.

13. Rodríguez J. Hacia un uso sostenible de los recursos naturales. Sevilla (España): Junta de Andalucía; 2008. 99 p. ISBN: 978-84-7993-048-6.

14. CONAM, CEPIS, OPS. Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. Lima (Perú); 2004. 98 p.

15. Jaramillo J. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Antioquia (Colombia); 2002. 303 p.

FINANCIACIÓN
Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES
Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA
Conceptualización: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Curación de datos: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Análisis formal: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Investigación: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Metodología: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Administración del proyecto: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Recursos: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Software: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Supervisión: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Validación: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Visualización: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Redacción – borrador original: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.
Redacción – revisión y edición: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.