

Impacto ambiental y riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios: revisión narrativa de la literatura

Rocío del Pilar Cárdenas Valbuena¹ , Germán Alberto López Quemba² , Deisy Talero Moreno³ ,
Andrea Paola Cely Grijalba⁴ , Liz Marivel Murillo Naranjo⁵ , Grised Andrea Velasco Quiroga⁴ ,
Fabiola Contreras Pacheco⁴ 

RESUMEN

Introducción: El derecho a un medio ambiente sano posibilita a las personas desarrollarse y vivir de manera satisfactoria. Desafortunadamente, la actividad humana ha impactado en el ambiente y no siempre de forma positiva, y uno de los aspectos perjudiciales para el medio ambiente son los desechos o residuos sólidos y su inadecuado manejo, tratamiento y disposición.

Objetivo: Caracterizar el impacto ambiental y riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios.

Metodología: Revisión narrativa de la literatura sobre el impacto ambiental y los riesgos potenciales en los rellenos sanitarios, obtenida en bases de datos como Ovid, Proquest, SciELO, ScienceDirect, Taylor & Francis, Google Scholar, Scopus, Redalyc y Pubmed.

Desarrollo y discusión: Los rellenos sanitarios constituyen riesgos potenciales de contingencias que afectan la salud, como enfermedades (respiratorias, cutáneas o gastrointestinales) y accidentes (cortaduras, pinchazos o quemaduras) y daños en el ambiente, como sobrecalentamiento y contaminación atmosférica derivados de la inadecuada disposición de desechos. Entre los factores de riesgo se identifican gases, lixiviados contaminados, material electrónico, olores, incendios, contaminación del agua subterránea por lixiviados, cambio climático global y el incumplimiento de normas en la construcción de rellenos sanitarios.

Conclusión: Se advierte un impacto negativo para el medio ambiente y la salud de la población derivado de la inadecuada eliminación de desechos sólidos en los rellenos sanitarios. **Palabras clave:** impacto ambiental; protección de los recursos naturales; asunción de riesgos; factores de riesgos; rellenos sanitarios.

¹ Clínica Laguito (Sogamoso, Colombia).

² Hospital Universitario San Rafael (Tunja, Colombia).

³ E.S.E. Centro de Salud Tota (Tota, Colombia).

⁴ Universidad de Boyacá (Tunja, Colombia).

⁵ Entidad Promotora de Salud SANITAS S.A.S (Bogotá, Colombia).

Autora de correspondencia: Fabiola Contreras Pacheco. Correo electrónico: fcontreras@uniboyaca.edu.co

Citar este artículo así:

Cárdenas Valbuena RP, López Quemba GA, Talero Moreno D, Cely Grijalba AP, Murillo Naranjo LM, Velasco Quiroga GA, Contreras Pacheco F. Impacto ambiental y riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios: revisión narrativa de la literatura. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2022;9(2):100-117. <https://doi.org/10.24267/23897325.746>

2022;9(2):100-117. <https://doi.org/10.24267/23897325.746>

Environmental Impact and Potential Risks Generated in Sanitary Landfills - Narrative literature review

ABSTRACT

Introduction: The right to a healthy environment enables people to develop and live satisfactorily. Unfortunately, human activity has impacted the environment and not always in a positive way, one of the harmful aspects for the environment is the generation of waste products or solid waste and the inadequate, handling, treatment and disposal of them. **Objective:** To characterize the environmental impact and potential risks generated in landfills.

Methodology: A narrative review of the literature regarding the environmental impact and potential risks in landfills was carried out, obtained from databases such as Ovid, Proquest, SciELO, Science-Direct, Taylor & Francis, Google Scholar, Scopus, Redalyc, Pubmed. For the information search, the keywords were considered and for their choice the inclusion and exclusion criteria.

Development and Discussion: Landfills demonstrate potential risks of contingencies that affect health, such as diseases (respiratory, cutaneous, gastrointestinal) and accidents (cuts, punctures, burns) and damage to the environment such as overheating and air pollution derived from the inadequate disposal of waste. Risk factors identify gases, contaminated leachate, electronic material, odors, fires, groundwater contamination by leachate, global climate change and non-compliance with landfill construction.

Conclusion: There is a negative impact on the environment and the health of the population derived from the inadequate disposal of solid waste in landfills.

Keywords: environmental impact; conservation of natural resources; risk factors; waste disposal facilities; waste product.

Impactos ambientais e riscos potenciais dos aterros sanitários: Revisão narrativa da literatura

RESUMO

Introdução: O direito a um ambiente saudável permite que as pessoas se desenvolvam e vivam de forma satisfatória. Infelizmente, a atividade humana teve impacto sobre o meio ambiente e nem sempre de forma positiva, e um dos aspectos prejudiciais para o meio ambiente são os resíduos sólidos e seu manejo, tratamento e disposição inadequados.

Objetivo: Caracterizar o impacto ambiental e os potenciais riscos gerados nos aterros sanitários.

Métodos: Revisão narrativa da literatura sobre o impacto ambiental e os potenciais riscos nos aterros sanitários, obtida de bancos de dados como Ovid, Proquest, SciELO, ScienceDirect, Taylor & Francis, Google Scholar, Scopus, Redalyc e Pubmed.

Desenvolvimento e discussão: Os aterros sanitários constituem riscos potenciais de contingências que afetam a saúde, tais como doenças (respiratórias, cutâneas ou gastrointestinais) e acidentes (cortes, furos ou queimaduras) e danos ao meio ambiente, tais como superaquecimento e poluição atmosférica derivados da inadequada disposição dos resíduos. Os fatores de risco incluem gases, lixiviado contaminado, material eletrônico, odores, incêndios, contaminação de águas subterrâneas por lixiviado, mudança climática global e não conformidade com as normas na construção de aterros sanitários.

Conclusão: Há um impacto negativo sobre o meio ambiente e a saúde da população devido ao descarte inadequado de resíduos sólidos em aterros sanitários.

Palavras-chave: impacto ambiental; proteção dos recursos naturais; tomada de risco; fatores de risco; aterros sanitários.

INTRODUCCIÓN

La vida tiene valor si es saludable. El bienestar humano depende en gran parte de un medio ambiente óptimo. El significado de *entorno ambiental* se refiere a la biosfera natural de la comunidad y sus provocadas recurrentes transformaciones, así como su dispersión espacial. Se relaciona concretamente con el agua, el aire, la tierra y la energía solar, la flora, la fauna, el espacio y los minerales (en el sentido de superficie aprovechable para la dinámica humana), al igual que con el medio ambiente artificial y las interacciones ecológicas de todos estos elementos y de ellos y la sociedad humana. De allí el desafío que enfrenta el mundo para gestionar la preservación del medio ambiente y sus recursos naturales como estrategia de desarrollo sostenible e inclusivo de sus sociedades, en un contexto social, económico y ambiental cambiante (1).

Las adecuadas condiciones de los elementos que forman la biosfera natural y sus transformaciones son indispensables para la existencia humana y determinan la calidad de vida de las personas (2). En tal sentido, el goce de un medio ambiente óptimo se traduce como la posibilidad que tienen los seres vivos de desarrollarse en un entorno apropiado, saludable y propicio para la vida (3). La conservación del contexto ambiental es esencial para el bienestar de los seres vivos; sin embargo, esto puede afectarse de forma negativa

con la producción de desechos sólidos, si estos no se eliminan adecuadamente. Según el Decreto 838 de 2005 sobre la gestión de desechos, se entiende por *desecho sólido* "cualquier objeto o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, comerciales, industriales, o de servicios igualmente, se consideran como residuos sólidos, aquellos provenientes del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles".

Este mismo decreto establece que la disposición final de los residuos sólidos suele realizarse en rellenos sanitarios, que son lugares seleccionados, creados y utilizados para su colocación final. Dicho proceso requiere compactación, cobertura diaria, control de gases y lixiviados y cobertura final, es decir, el relleno sanitario es una técnica utilizada para la eliminación final de los desechos (4). Cabe destacar que la producción de residuos es algo inherente a la acción humana, a la economía y a la sociedad, y que se deben alcanzar cogniciones en su eliminación final. Se trata de promover una cultura de conservación del medio ambiente necesaria para la vida.

La gestión de los residuos sólidos en América latina y el Caribe es una problemática que va en aumento, por la dinámica poblacional de la humanidad y su manejo (5,6). Los residuos sólidos constituyen materiales descartados tras su vida útil; sin embargo, algunos se pueden aprovechar

(7). En orden de entender la magnitud del problema referente a la producción de desechos sólidos, se ha informado que, cada año, en el mundo se generan 2010 millones de toneladas de residuos, de los cuales un 33% de ellos no se maneja adecuadamente, sin daño o efecto, para el contexto ambiental, lo que evidencia un inevitable negativo impacto ambiental. El manejo inadecuado de los residuos contamina la biosfera mundial y, en consecuencia, catástrofes ambientales e insalubridad para los seres vivos, así como deterioro de la vida; por ello, cada día es más complejo el hecho de lograr una sostenibilidad ambiental (8,9).

En el mundo, una de las ocupaciones más peligrosas es la recolección de desechos, por el contacto directo con basura, vapores y lixiviados tóxicos y presencia de vectores cuando se efectúa sin la implementación de medidas adecuadas de control, que ocasionan contingencias laborales; enfermedades respiratorias, dermatológicas (micosis cutáneas) o músculo-esqueléticas, y accidentes como cortaduras y lesiones directas, que convierten a los recicladores en una población vulnerable a problemas de salud (10,11).

La seguridad y la salud en el trabajo implica una especial protección a aquellas ocupaciones de alto riesgo para sus colaboradores; no obstante, aun cuando la disposición final de basura es una actividad laboral que ofrece un servicio esencial para

la humanidad, debe realizarse asumiendo medidas de control. Los rellenos sanitarios generan efectos en la atmósfera, la temperatura terrestre, las condiciones de vida de microorganismos, vectores y hospederos, lo cual incrementa la transmisión de enfermedades y ocasiona graves consecuencias en la salud (12-15). De ahí que el debido tratamiento de los desechos en los rellenos sanitarios sea fundamental para la preservación del medio ambiente. Por ello, se requiere el manejo, el tratamiento y la disposición final de residuos sólidos, es decir, una gestión integral que ponga el relieve en la disposición final.

Según el Decreto 1713 de 2002, la *gestión integral de residuos sólidos* es el conjunto de actividades e intervenciones establecidas para dar a los residuos producidos la disposición inicial, intermedia y final más adecuada. Es responsabilidad del Estado garantizar que se preste a todos los ciudadanos el servicio público de aseo de manera eficiente, sin poner en riesgo la salud humana, ni utilizar procesos y técnicas que puedan afectar al medio ambiente y, en particular, sin ocasionar riesgos para los recursos agua, aire y suelo, ni para la fauna o la flora, o provocar incomodidades por el ruido o los olores y sin atentar contra los paisajes y lugares de especial interés (16).

Esta revisión de la literatura aporta a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3, 6 y 8; por ello, tiene la finalidad de responder al siguiente interrogante:

¿cómo es el impacto ambiental y cuáles son los riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios? Para esto, se abordan tres ejes temáticos: impacto ambiental producido por los residuos sólido, riesgos creados por los desechos sólidos en los rellenos sanitarios y situación en cuanto a la generación de residuos sólidos.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica siguiendo los siguientes pasos:

1) Diseño de la estrategia de búsqueda de la información, en este caso, se utilizó una revisión narrativa de la literatura.

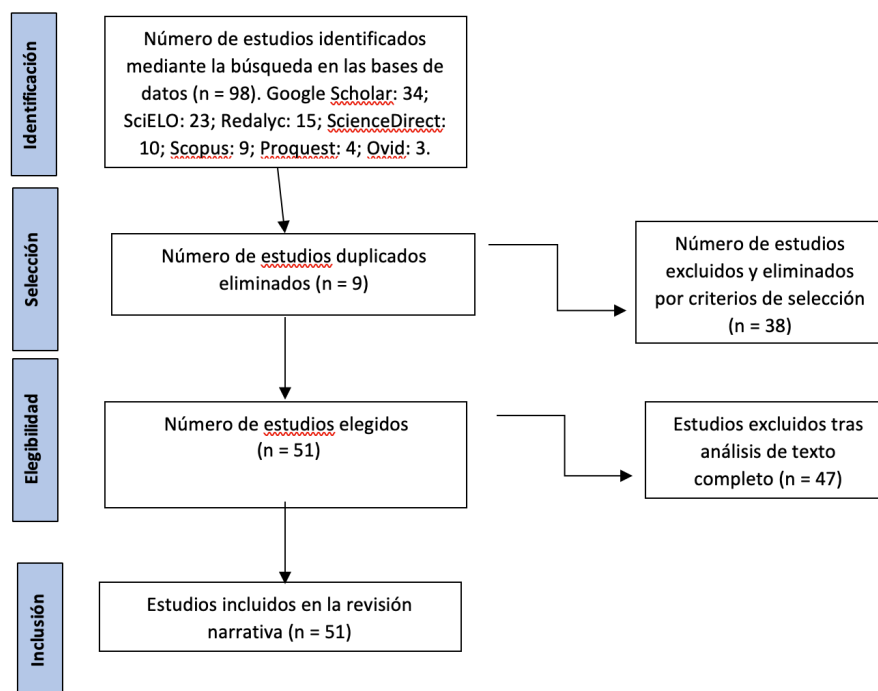
2) Pasos para la identificación y selección de la literatura relevante: se utilizaron la conjugación de los descriptores con los booleanos AND, OR, NOT. Entre los criterios de inclusión se tuvo en cuenta que incluyeran los descriptores: *impacto ambiental, asunción de riesgos, factores de riesgos, relleno sanitario*, del DeCS, y *environmental impact, risk factors, waster disposal facilities, waste product*, del MeSH. Además, que los artículos estuvieran disponibles en texto completo en las bases de datos: Ovid, Proquest, SciELO, ScienceDirect, Taylor & Francis, Google Scholar Metrics, Scopus, Redalyc y Pubmed. También se consideraron investigaciones publicadas en repositorio de universidades, información de tipo legal

y otras fuentes de información importantes. El periodo de búsqueda estuvo comprendido entre 2010 y 2021, que obedece a la relevancia de la trayectoria investigativa en este tiempo. Las investigaciones podían estar en inglés y castellano. Los criterios de exclusión fueron investigaciones que no estuvieran relacionadas con la temática definida.

3) Descripción del almacenamiento y registro de los resultados de búsqueda: la información se registró de acuerdo con la descripción de cada variable considerada: autores, bibliografía en Vancouver, año de publicación, base de dato consultada, tipo de artículo, objetivo de la revisión, conclusiones, todo en una matriz de Excel®.

4) Estrategia de organización de las referencias seleccionadas: para clasificar la información se usó el diagrama de flujo Prisma (figura 1), partiendo de 98 referencias consultadas. Se buscó que el material seleccionado cumpliera con los criterios de inclusión establecidos. Así, se eliminaron 9 artículos, por estar duplicados, y 38, por no cumplir con los criterios de inclusión. De las 51 referencias seleccionadas, 14 estaban en inglés y 37 estaban en español, y se incluyeron 2 referencias de tipo legal, por considerarse valiosas.

Figura 1. Estrategia de selección de los estudios



5) Plan de análisis e interpretación de los resultados de los artículos seleccionados: se abordó mediante un resumen analítico de investigación, revisado por el asesor del trabajo, en el que se analizaron cada una de las variables descriptivas: impacto ambiental producto de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios, riesgos creados por los desechos sólidos en los rellenos sanitarios y situación en cuanto a la generación de residuos sólidos. Al agrupar las bibliografías consultadas bajo esta tres dimensiones, se adjuntó el resumen de los aspectos que se iban a incluir en la presente revisión.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Impacto ambiental producto de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios

La eliminación de los residuos sólidos se ha convertido en un problema que requiere la búsqueda de soluciones en torno a los métodos y buenas prácticas por parte de los productores para, de esta manera, identificar las principales fuentes contaminantes en los rellenos sanitarios y en el entorno (17). En los rellenos sanitarios, los pro-

blemas ambientales producto de los residuos sólidos se han convertido en tema significativo en el contexto de las condiciones ambientales y de seguridad laboral de quienes allí trabajan. Investigaciones realizadas en Bogotá (Colombia) han evidenciado que, a partir de la descomposición de los materiales almacenados en un relleno sanitario, se generan gases tóxicos y productos lixiviados que afectan directamente el ecosistema inmediato y los alrededores y, consecuentemente, la salud de las comunidades y de los trabajadores de este sector, por lo general población migrante y marginada. Esto refleja la crisis ambiental dada por la inadecuada eliminación de desechos (18,19).

Aunado a ello, en el ámbito internacional, la mala disposición de residuos se ha venido describiendo como uno de los primordiales problemas de los centros urbanos. En países como México, durante mucho tiempo, se han utilizado rellenos sanitarios rudimentarios y tiraderos de basura no controlados, que son causantes de contaminación hídrica superficial y subterránea, lo cual, combinado con la urbanización por población flotante y marginada en zonas aledañas a estos puntos de disposición de residuos, aumenta considerablemente el riesgo de contingencias y requiere seguimiento epidemiológico de cualquier evento que pueda presentarse (20).

Riesgos creados por los desechos sólidos en los rellenos sanitarios

En Colombia, la disposición final de residuos sólidos constituye un problema en materia de salud pública que afecta el bienestar de las personas. En el vertedero de basura Doña Juana, en Bogotá, se ha observado un incremento de residuos sólidos provenientes de la capital y de poblaciones aledañas, lo que ha propiciado un aumento en la contaminación atmosférica (21). La exposición aguda o crónica de materiales como material sintético, polvo, sustancias químicas producto de los residuos orgánicos y lixiviados tienen una asociación, demostrada mediante investigaciones, con las enfermedades respiratorias (22).

En Centro y Suramérica, los procesos de recolección y disposición final de desechos sólidos se efectúan con mayor frecuencia en vertederos a cielo abierto, sin ningún tipo de control o tratamiento previo, como mecanismos de reciclaje, separaciones específicas, entre otros (23). Durante los últimos diez años, los desechos sólidos han experimentado un aumento progresivo, como resultado del crecimiento de la población (24). La cantidad desmedida de residuos sanitarios provoca condiciones adversas e impactos ambientales negativos en los vertederos tradicionales (olores, incendios, cambio climático, contaminación del agua subterránea por lixiviados, entre otros) (25). Esta problemática ha impulsado la realización de

estudios, en instituciones de educación superior internacionales, sobre la disposición de residuos ordinarios enviados al relleno sanitario, en orden de determinar los índices de generación y la naturaleza de los residuos, como primer paso en la determinación del impacto ambiental y de la formulación de acciones preventivas (26).

Por tanto, es evidente que la exposición constante a desechos sólidos, la falta de medidas de control en los rellenos sanitarios, la ausencia de una gestión integral para su disposición y eliminación final y la falta de una cultura de autocuidado y control en el tema son factores de riesgos para la contaminación del medio ambiente, la amenaza a la salud de los seres vivos y el aumento de contingencias en las comunidades, como lo son las enfermedades respiratorias.

Situación en cuanto a la generación de residuos sólidos

En Colombia se producen cerca de 11,6 millones de toneladas de desechos sólidos anuales, y cerca del 40% son aprovechables; no obstante, registros del Departamento Nacional de Planeación señalan que únicamente se reciclan alrededor del 17% (27). La mitad de los rellenos sanitarios se hallan en la etapa final de su vida útil, lo que amerita valorar nuevas opciones de tratamiento y disposición de residuos (28). El departamento de Santander, específicamente en el Área Metropolitana de

Bucaramanga, evidencia severas dificultades con la eliminación de los desechos sólidos, debido a que el sitio actual para tal fin cumplió con su actividad operativa (29). En la ciudad de Santa Marta se ha incrementado la generación de residuos sólidos municipales, ya que de 320 toneladas por día en 2008 pasó a 410 toneladas por día en 2011, y teniendo en consideración este incremento y la producción de emisiones de gases, hay un desplazamiento del oxígeno en el material de cobertura, lo que ocasiona daños a la vegetación, considerada el pulmón de la humanidad (24). Por el contrario, la innovación y la tecnificación de los rellenos sanitarios constituyen una estrategia económicamente asertiva que satisface las exigencias de las autoridades ambientales y son los métodos de referencia para este propósito. Esta transformación se ve en el relleno sanitario Los Pocitos, de la Triple A de Barranquilla (30). De ahí que sea apremiante la implementación de una gestión en torno a la funcionalidad de los rellenos, la organización de vertederos con tecnología adecuada a lo largo del territorio colombiano y el incentivo de una cultura que favorezca las condiciones ambientales y de seguridad.

Otro problema lo constituyen los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, consecuencia del vertiginoso desarrollo tecnológico globalizado (31). Por otra parte, en países como México, el 74% de los residuos sólidos urbanos son ubicados en rellenos sanitarios que generan contami-

nantes como lixiviados y biogás, que ocasionan sobrecalentamiento atmosférico (32). En la Unión Europea, cerca del 10% de los residuos generados son de origen doméstico, lo que supone una media de 475 kilogramos por persona al año. En promedio, el 26% de los residuos municipales se envían a rellenos sanitarios, el 27% es incinerado y solo el 47% es reciclado o compostado (33).

En general, los residuos sólidos no se están eliminando debidamente y, en consecuencia, es negativo el impacto ambiental mundial y son inminentes los daños adversos. Persiste la inquietud sobre los impactos ambientales de la gestión y eliminación de desechos. Los instrumentos de políticas ambientales se han fortalecido y los programas gubernamentales asociados se han incrementado en los últimos años, lo que ha dado como resultado estrategias de alto nivel para la gestión de residuos. La evaluación de riesgos es ahora una herramienta esencial en la priorización del resguardo del medio ambiente y la salud humana (34). Se está prestando atención pública considerable a los desafíos de la gestión de desechos que enfrentan los países en desarrollo. Aunque los países desarrollados constituyen solo el 16% de la población mundial, originan de manera desproporcionada un tercio de los desechos del mundo (35). Se puede decir que en la medida en que avanza la industrialización, la economía, el comercio, la tecnología y la densidad poblacional, aumenta la producción de desechos sólidos.

Diversos gobiernos de todo el mundo industrializado han planificado aumentar el reciclaje de desechos domésticos, con el fin de disminuir el impacto sobre el ambiente, derivado de la deposición de desechos en rellenos y la combustión en plantas de incineración, la contaminación ambiental por concentraciones de polvo, bacterias y esporas, que son significativas para causar efectos adversos a la salud (36). Otros estudios demostraron que los rellenos sanitarios como técnica de eliminación de los residuos sólidos urbanos ocasionan molestias por olores contaminantes y que amenazan la salud pública y la seguridad ambiental (37). De acuerdo con esto, se evaluaron las molestias por olores y los impactos de riesgo para la salud generados en el contexto de los vertederos o rellenos sanitarios, y se halló que fueron considerables y que el medio ambiente local resultó notablemente dañado (38).

Entre tanto, los vertederos informales corresponden a sitios que utilizan las condiciones del terreno natural para el tratamiento de desechos y no están construidos y operados según los estándares y normas nacionales pertinentes; se caracterizan por una construcción poco sofisticada, falta de medidas de protección ambiental y un alto riesgo de contaminación ambiental (39). Hablando de los rellenos sanitarios informales, también se pueden mencionar los residuos sólidos médicos generados en los hogares, ya que estos presentan riesgos mínimos para el público,

en comparación con los residuos sólidos médicos generados en las instituciones de salud (40).

Ahora bien, tratando el tema de los rellenos sanitarios, se puede incluir a los recolectores de residuos, quienes corren el riesgo de contraer enfermedades laborales (41). Por otra parte, se ha informado que aproximadamente 250 tipos de aves, entre ellas las de interés para su conservación, utilizan los vertederos y el hábitat circundante (incluidas las operaciones de tratamiento de aguas residuales) como fuente alimenticia, lo que incrementa el riesgo de exposición de estas aves a agentes químicos que se producen en los vertederos (42). Todo ello provoca un desequilibrio en el ecosistema que arremete con la vida de los seres vivos.

La selección del lugar del vertedero es un procedimiento complicado (19) y depende de varios factores, como las aguas superficiales y subterráneas, la geología, el uso del suelo, la distancia a la zona de falla, la distancia a las áreas urbanas y la distancia a la carretera, la pendiente, entre otros (19,43). Gran parte del riesgo potencial de los vertederos de los desechos sólidos municipales resulta de la migración de lixiviados contaminados y gases de vertedero; por lo tanto, no se pueden ignorar los impactos ambientales de los muchos vertederos existentes en todo el mundo (44).

Según un estudio realizado en Saraburi (Tailandia), se demostró que el subdistrito de Tan Deaw ha estado enfrentando problemas críticos de gestión de desechos sólidos, pues esta zona produjo 9,41 toneladas métricas por día; mientras que la gestión de eliminación de desechos sólidos apropiada fue inferior al 40% y los desechos residuales permanecen en alrededor de 2000 toneladas métricas (45). Vietnam produce más de 27,8 millones de toneladas métricas por año de residuos de diversas fuentes, residuos municipales, agrícolas e industriales, y más del 46% (12,8 mil toneladas métricas por año) provienen de fuentes municipales, incluidos hogares, restaurantes, mercados y negocios. Las cinco ciudades más grandes de Vietnam (Hanoi, Ciudad Ho Chi Minh, Haiphong, Da Nang y Can Tho) son los puntos críticos del país, con una contribución del 70% a la generación total de residuos.

En 2015, el promedio de desechos sólidos municipales de las grandes áreas urbanas aumentó a 0,9-1,3 kilogramos por persona por día (46). Estudios previos han demostrado que el lixiviado contiene microorganismos patógenos como *Escherichia coli* en concentraciones altas ($0,66 \times 10^4$ microorganismos patógenos/100 mililitros). Estos hallazgos indican la presencia de bacterias patógenas que pueden contaminar los embalses de agua; por lo tanto, se deben controlar para evitar posibles riesgos para la salud (47). En tal sentido, uno de los retos y responsabilidad social para los

países europeos es implementar una gestión integral en materia de desechos sólidos (33).

De todo lo referido, es menester proteger a los trabajadores encargados de la eliminación de desechos sólidos y, por supuesto, al medio ambiente, mediante una valoración de la condición ambiental y de seguridad laboral, como aporte teórico referencial y preventivo de las contingencias a la salud de los trabajadores y al ambiente (48). Al correlacionar las situaciones expuestas, se puede constatar el problema que genera la inadecuada disposición final de desechos sólidos; el uso de rellenos sanitarios que no cuentan con las condiciones técnicas de funcionamiento; la ausencia de una gestión integral del manejo; la recolección, tratamiento y valoración y disposición final de residuos sólidos, y la ausencia de una cultura conservacionista del medio ambiente, aun sabiendo que es indispensable para la vida.

CONCLUSIONES

Con respecto a la problemática abordada a lo largo de esta revisión narrativa acerca del impacto ambiental y riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios, se dejan al descubierto las consecuencias que se pueden originar si no se diseña de forma correcta y se realiza mantenimiento preventivo a los rellenos sanitarios. Existen riesgos potenciales de contingencias, enfermedades (respiratorias, cutáneas o gastroin-

testinales) y accidentes (cortaduras, pinchazos o quemaduras) a la salud y daños en el ambiente (sobrecalentamiento o contaminación atmosférica) derivados de la inadecuada disposición final de desechos en los rellenos sanitarios.

Por otra parte, en cuanto a los factores de riesgo en torno a la generación de desechos en los rellenos sanitarios, se identificaron gases, lixiviados contaminados, material electrónico, olores, incendios, contaminación del agua subterránea por lixiviados y cambios climáticos globales. A pesar de que existen legislaciones que controlan y supervisan los rellenos sanitarios nacionales y del resto del mundo, la generación de desechos, su disposición y eliminación final continúan siendo un problema de salud pública de gran magnitud; por ello, es necesario fomentar una cultura conservacionista del medio ambiente. Con base en las investigaciones revisadas, se precisa la valoración de las condiciones ambientales y la seguridad en torno a los rellenos sanitarios, que permitan visualizar las soluciones pertinentes.

El bienestar humano depende de una visión integral que esté sustentada en las necesidades humanas básicas y en aquellos valores intangibles que dan sentido a la vida, como el medio ambiente bien conservado. Lograr un mundo apto, equilibrado y sostenible estribará en gran medida de ello.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Boyacá, por el apoyo brindado en los aspectos necesarios, desde el punto de vista académico, técnico y financiero para la realización de esta revisión narrativa.

ASPECTOS BIOÉTICOS

Se respeta el derecho de autor de la información revisada.

FINANCIACIÓN

Se obtuvo financiación por parte de los autores y de la Universidad de Boyacá, en cuanto a la provisión de apoyo técnico e informativo en línea y asesoría docente.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Domínguez R, León M, Samaniego J, Sunkel O. Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años del pensamiento de la CEPAL. Santiago: Naciones Unidas; 2019. <https://doi.org/10.18356/b89f0453-es>
2. United Nations Environment Programme (UNEP). Medio ambiente sano, personas sanas [internet]. Nairobi; 2016. Disponible en: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17603/HEHP_executive-summary_ES.pdf?sequence=6&isAllowed=y
3. Luis G. E. El medio ambiente sano: la consolidación de un derecho. Rev Bol Der [internet]. 2018 [citado 2020 ago 22];(25):550-69. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207081572018000100019&lng=es&nrm=iso. ISSN 2070-8157.
4. Decreto 838/2005 del 23 de marzo, por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones [internet]. Disponible en: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=16123
5. Lopera Rivera JA. Plan de manejo integral de los residuos sólidos generados en la cooperativa multiactiva de transporte COOTRAUR del municipio de Urrao [tesis de grado en internet]. Medellín: Tecnológico de Antioquia; 2020. Disponible en: <https://n9.cl/tljkb>
6. Sánchez Muñoz MP, Cruz Cerón JG, Maldonado Espinel PC. Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde

- la perspectiva de la generación. *Finanz Polit Econ.* 2019;11(2):321-36. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6>
7. Rivas Arias CA. Piensa un minuto antes de actuar: gestión integral de residuos [internet]. Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; 2018. Disponible en: <https://n9.cl/jev7>
 8. Banco Mundial. Los desechos un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos [internet]. 2018. Disponible en: <https://n9.cl/7f5v>
 9. Gligo N, Alonso G, Barkin D, Brailovsky A, Brzovic F, Carrizosa J et al. La tragedia ambiental de América Latina y del Caribe [internet]. Santiago de Chile: Naciones Unidas y Cepal; 2020. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46101/1/S2000555_es.pdf
 10. Ballesteros VL, Cuadros Urrego Y, Botero Botero S, López Arango Y. Factores de riesgo biológicos en recicladores informales de la ciudad de Medellín, 2005. *Rev Fac Nac Salud Pública* [internet]. 2008 [citado 2022 ago 23];26(2):169-77. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2008000200008&lng=en
 11. Thakur P, Ganguly R, Dhulia A. Occupational health hazard exposure among municipal solid waste workers in Himachal Pradesh, India. *Waste Manag.* 2018;78:483-9. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.06.020>
 12. Valencia J, Espinosa A, Parra A, Peña MR. Percepción del riesgo por emisiones atmosféricas provenientes de la disposición final de residuos sólidos. *Rev Salud Pública.* 2019;13(6):930-41. <https://scielosp.org/article/rsap/2011.v13n6/930-941/>
 13. Patz JA, Christenson M. El cambio climático y la salud. En: Galvão LA, Finkelman J, Henao S, editores. *Determinantes ambientales y sociales de la salud* [internet]. Washington: Organización Panamericana de la Salud; 2010. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51688>
 14. Shuman EK. Global climate change and infectious diseases. *Int J Occup Environ Med.* 2011 Jan;2(1):11-9.
 15. Wheeler T, von Braun J. Climate change impacts on global food security. *Science.* 2013 Aug 2;341(6145):508-13. <https://doi.org/10.1126/science.1239402>
 16. Decreto 1713/ 2002 de 6 de agosto, por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley

- 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos [internet]. Disponible en: <https://corporarino.gov.co/expedientes/juridica/2002decreto1713.pdf>
17. Zuzunaga Morales R, Ramírez Zegarra AA. Determinación de factores de riesgo sanitario ambiental para selección de área del relleno sanitario en la localidad de Palpa. *Rev Investig Cient.* 2021;3(2):73-7. <https://doi.org/10.47190/nric.v3i1.140>
18. Quintero Torre DI. El papel de la gestión territorial en la ubicación de rellenos sanitarios. Caso de estudio: relleno sanitario Doña Juana, Bogotá, Colombia. *Perspectiva Geográfica* [internet]. 2016;21(2):251-76. <https://doi.org/10.19053/01233769.5852>
19. Sánchez Ortega C. Rellenos sanitarios: otra cara de la moneda. *Portafolio* [internet]; 2021. Disponible en: <https://www.portafolio.co/opinion/camilo-sanchez/rellenos-sanitarios-otra-cara-de-la-moneda-541996>
20. De León G, Héctor, Cruz V, Carlos R, Dávila P, René A, Velasco T, Fernando G, José R. Impacto del lixiviado generado en el relleno sanitario municipal de Linares (Nuevo León), sobre la calidad del agua superficial y subterránea. *Rev Mex Cienc Geológ* [internet]. 2015;32(3):514-26. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57243039011>
21. Barbosa Devia MZ, Guerrero Salgado LF, Guevara Suta SE. Evaluación de la función pulmonar en población expuesta a contaminantes aledaña al Relleno Sanitario Doña Juana, Bogotá. *Revista Virtualpro* [internet]. 2019. Disponible en: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/evaluacion-de-la-funcion-pulmonar-en-poblacion-expuesta-a-contaminantes-aledana-al-relleno-sanitario-dona-juana-bogota->
22. Méndez Calvo DC, Moncaleano Tenza JS, Mopán Hernández LM, Patiño Ríos LF. Relleno sanitario Doña Juana y su posible efecto en la salud respiratoria en niños menores de 5 años dentro del área de influencia [tesis de grado en internet]. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales; 2019. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2645>
23. Marín Vásquez A, Rodríguez Noya Á. Comparación de normativa sobre instalaciones de vertidos de residuos en España y Chile. *Inter-ciencia* [Internet]. 2017;42(8):542-7. Disponible en: <https://n9.cl/yr8wp>

24. Armenta-Rivas ME, Sierra-Camargo LD, Vélez-Pereira AM. Modelación de la producción de metano en el Relleno Sanitario Parque Ambiental Palangana (Santa Marta). *Ing Investig Tecnol*. 2017;XVIII(2):183-92. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2017.18n2.016>
25. González-Jiménez Y, Villalobos-Morales J. Manejo ambiental de residuos orgánicos. *Tecnol Marcha*. 2021;34(2):11-22. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i2.4843>
26. Rojas-Vargas J, Bogantes J. Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de la Universidad Nacional de Costa Rica, dispuestos en rellenos sanitarios. *Uniciencia*. 2018;32(2):57-69. <https://doi.org/10.15359/ru.32-2.4>
27. Álvarez Posada GA, Correa Orozco LM, Matos Fernández Y. Rellenos sanitarios en Colombia: ¿una solución o un problema? [tesis de posgrado en internet]. [citado el 4 de octubre de 2021]. Cali: Universidad CES; 2021. Disponible en: <https://n9.cl/3tkjy>
28. Vanegas Cárdenas E, Mariscal Moreno JP, Camargo Valero MA, Aristizábal Zuluaga BH. Digestión anaerobia de residuos de poda como alternativa para disminuir emisiones de gases de efecto invernadero en rellenos sanitarios. *Energ* [internet]. 2015 [citado 31 de octubre de 2022];(46):29-36. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/energetica/article/view/51305>
29. Niño Carvajal LX, Ramón Valencia JA; Ramón Valencia JL. Contaminación fisicoquímica de acuíferos por los lixiviados generados del relleno sanitario El Carrasco, de Bucaramanga. *Rev P+L*. 2016;11(1):66-74. <https://doi.org/10.22507/pml.v11n1a6>
30. Rezaeisabzevar Y, Bazargan A, Zohourian B. Landfill site selection using multi criteria decision making: influential factors for comparing locations. *J Environ Sci (China)*. 2020;93:170-84. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.02.030>
31. Özkan B, Özceylan E, Sariçiçek İ. Modeling for landfill site suitability analysis: a comprehensive review of the literature. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019;26:30711-30. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06298-1>
32. Díaz-Archundia LV, Buenrostro-Delgado O, Mañón-Salas MC, Hernández-Berriel MC. Emisión de gases de efecto invernadero en dos sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos en México. *Ing Investig Tecnol* [internet]. 2016 [citado el 4 de octubre de 2021];18(2):149-59. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8340266>

33. Alonso A, Oribe I, Borges C, Vila M, Nohales G, Giavini M. Claves para conseguir los objetivos de prevención y reciclaje de residuos municipales sistemas de recogida, educación ambiental y fiscalidad [internet]. Bilbao: Deusto; 2017. Disponible en: <https://documat.unirioja.es/servlet/libro?codigo=784133>
34. Butt TE, Gouda HM, Baloch MI, Paul P, Javadi AA, Alam A. Literature review of baseline study for risk analysis: the landfill leachate case. *Environ Int*. 2015;63:149-62. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.09.015>
35. Tomita A, Cuadros DF, Burns JK, Tanser F, Slotow R. Exposure to waste sites and their impact on health: a panel and geospatial analysis of nationally representative data from South Africa, 2008–2015. *Lancet Planet Health*. 2020;4(6):e223-34. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30101-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30101-7)
36. Poulsen OM, Breum NO, Ebbehøj N, Hansen AM, Ivens U, van Lelieveld D, et al. Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci Total Environ*. 1995 Aug 18;170(1-2):1-19. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)04524-5](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04524-5)
37. Chang H, Zhao Y, Tan H, Liu Y, Lu W, Wang H. Parameter sensitivity to concentrations and transport distance of odorous compounds from solid waste facilities. 2019;651(Pt 2):2158-65. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.134>
38. Zhang Y, Ning X, Li Y, Wang J, Cui H, Meng J, Teng C, Wang G. Impact assessment of odor nuisance, health risk and variation originating from the landfill surface. *Waste Manag*. 2021 May 1;126:771-80. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.055>
39. Yin Q, Yan H, Guo X, Liang Y, Wang X, Yang Q, Li S, Zhang X, Zhou Y, Nian Y. Remediation technology and typical case analysis of informal landfills in rainy areas of Southern China. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jan 31;17(3):899. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030899>
40. Udofia EA, Gulis G, Fobil J. Solid medical waste: a cross sectional study of household disposal practices and reported harm in Southern Ghana. *BMC Public Health*. 2017 May 18;17(1):464. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4366-9>
41. Tsovilis E, Rachiotis G, Symvoulakis EK, Thanasis E, Giannisopoulou O, Papagiannis D, Eleftheriou A, Hadjichristodoulou C. Municipal waste collectors and hepatitis B and C virus infection: a cross-sectional study. *Infez Med*. 2014 Dec;22(4):271-6.

42. Tongue ADW, Reynolds SJ, Fernie KJ, Harrad S. Flame retardant concentrations and profiles in wild birds associated with landfill: A critical review. <https://n9.cl/jqwill>
43. Valderrama López CF, Díaz LJ, Vargas JO. Análisis de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs): estudio de caso en la ciudad de Neiva. *Rev Investig Agrar Ambient.* 2018;10(1):131-40. <https://doi.org/10.22490/21456453.2295>
44. Vaverková MD. Landfill Impacts on the Environment—Review. *Geosciences.* 2019;9(10):431. <https://doi.org/10.3390/geosciences9100431>
45. Sridan P, Surapolchai P A systemic approach to integrated sustainable solid waste management through community engagement: a case study of Tan Deaw sub-district, Saraburi province. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2020;463:012167. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/463/1/012167>
46. Schneider P, Anh LH, Wagner J, Reichenbach J, Hebner A. Solid waste management in Ho Chi Minh City, Vietnam: moving towards a circular economy? *Sustainability* 2017, 9(2), 286; <https://doi.org/10.3390/su9020286>
47. Xiang R, Xu Y, Liu Y-Q, Lei G-Y, Liu J-C, Huang Q-F. Isolation distance between municipal solid waste landfills and drinking water wells for bacteria attenuation and safe drinking. *Sci Rep.* 2019;9:17881. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54506-2>
48. Labre Salazar AL, San Lucas Pérez PO. Condiciones de trabajo y salud ocupacional en trabajadores de una empresa ecuatoriana gestora de residuos. *Uniandes Episteme* [internet]. 2018;5(3):225-38. Disponible en: <http://45.238.216.13/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/861>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional