



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión Sistemática: Barreras que Afectan la Gestión de  
Residuos Sólidos Hospitalarios**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Rodriguez Cordova, Rogger Robertson (ORCID:0000-0002-3427-0581)

**ASESOR:**

Mgtr. Garzon Flores, Alcides (ORCID:0000-0002-0218-8743)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

A DIOS, Por demostrarme que a pesar de las circunstancias siempre está conmigo.

A mi madre, por su constante empeño, esfuerzo, dedicación por creer, en mí.

A mis queridos abuelos, por hacer de mi alguien mejor en la vida, a ustedes en el cielo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre.

“Has sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quien estuvo siempre a mi lado en los días y noches más difíciles de vida durante mis horas de estudio. Siempre has sido mi mejor guía de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, te dedico a ti este logro amada madre, como una meta más conquistada. Estoy muy orgulloso de ti.

Gracias por ser quién eres y por creer en mí”

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística.....	15
3.3. Escenario de estudio .....	18
3.4. Participantes .....	19
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección.....	19
3.6. Procedimiento .....	19
3.7. Rigor científico .....	21
3.8. Método de análisis de la información .....	21
3.9. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
V. CONCLUSIONES .....	39
VI. RECOMENDACIONES.....	41
VII. REFERENCIAS.....	42
ANEXOS.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Matriz apriorística</i> .....	16
<b>Tabla 2.</b> <i>Presencia de metales pesados en el ambiente</i> .....	32
<b>Tabla 3.</b> <i>Gases del efecto invernadero</i> .....	35
<b>Tabla 4.</b> <i>Contaminantes orgánicos</i> .....	37
<b>Tabla 5.</b> <i>Artículos sobre barreras en la gestión de residuos sólidos hospitalarios</i> .....	51
<b>Tabla 6.</b> <i>Artículos sobre las consecuencias ambientales de la gestión inadecuada de residuos hospitalarios</i> .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Proceso del manejo de residuos sólidos hospitalarios</i> .....	18
<b>Figura 2.</b> <i>Proceso de búsqueda</i> .....	20
<b>Figura 3.</b> <i>Artículos científicos según fuente de origen</i> .....	22
<b>Figura 4.</b> <i>Artículos científicos según ámbito de estudio</i> .....	23
<b>Figura 5.</b> <i>Artículos científicos de los países asiáticos</i> .....	24
<b>Figura 6.</b> <i>Artículos científicos de los países africanos</i> .....	24
<b>Figura 7.</b> <i>Tipos de barreras en la gestión de residuos sólidos hospitalarios</i> ....	25
<b>Figura 8.</b> <i>Barreras técnicas identificadas</i> .....	26
<b>Figura 9.</b> <i>Barreras humanas y de conocimiento identificadas</i> .....	27
<b>Figura 10.</b> <i>Barreras económicas y financieras identificadas</i> .....	28
<b>Figura 11.</b> <i>Barreras organizacionales y legales identificadas</i> .....	29
<b>Figura 12.</b> <i>Contaminantes identificados en los artículos</i> .....	31
<b>Figura 13.</b> <i>Concentraciones de Zinc</i> .....	34

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de identificar las barreras que afectan la gestión de los residuos sólidos hospitalarios. Para ello se realizó un estudio de tipo cualitativo y descriptivo mediante la revisión de literatura. Se utilizaron artículos de revistas indexadas, extraídos de las plataformas Science Direct, MDPI, Pubmed y Scopus. Se emplearon un total de 30 artículos desde los años 2016 al 2022. Los principales hallazgos mostraron que las principales barreras que afectan la gestión de los residuos hospitalarios son la inadecuada segregación de residuos, la falta de infraestructura adecuada, la falta de conciencia del personal sobre los riesgos del tratamiento y la falta de capacitaciones. Además, los procesos inadecuados de eliminación generan contaminación ambiental del suelo, aire y agua. Se concluyó que la gestión de residuos hospitalarios representa un gran desafío ambiental, sobre todo en los países con un nivel de ingresos bajos que no tienen el conocimiento y recursos suficientes para implementar tecnologías amigables con el medio ambiente. Por ello, se recomienda que los gobiernos destinen una mayor inversión en el sector salud para mejorar el manejo de los residuos e instauren tecnologías con un nivel reducido de contaminantes.

**Palabras clave:** Gestión, residuos sólidos, residuos hospitalarios, barreras, contaminación ambiental

## ABSTRACT

The present investigation was carried out with the purpose of identifying the barriers that affect the management of hospital solid waste. For this, a qualitative and descriptive study was carried out through a literature review. Articles from indexed journals, extracted from the Science Direct, MDPI, Pubmed and Scopus platforms, were used. A total of 30 articles were used from the years 2016 to 2022. The main findings showed that the main barriers that affect the management of hospital waste are the inadequate segregation of waste, the lack of adequate infrastructure, the lack of staff awareness about risks of treatment and lack of training. In addition, inadequate disposal processes generate environmental contamination of soil, air and water. It was concluded that hospital waste management represents a great environmental challenge, especially in low-income countries that do not have sufficient knowledge and resources to implement environmentally friendly technologies. For this reason, it is recommended that governments allocate greater investment in the health sector to improve waste management and establish technologies with a reduced level of contaminants.

**Keywords:** Management, solid waste, hospital waste, barriers, environmental pollution.



## I. INTRODUCCIÓN

El aumento de la población, la creciente urbanización y el crecimiento económico, son algunos de los factores que se vinculan con el aumento en la generación de residuos sólidos en el mundo, el cual se ha convertido en un problema de sostenibilidad, sobre todo en los países en desarrollo (ONU medio ambiente, 2018, p.45). Dentro de este panorama, se destaca el incremento de los desechos hospitalarios, principalmente de los equipos de protección personal como las mascarillas y guantes, cuyo uso se acrecentó debido a la crisis sanitaria por Covid-19 (Naughton, 2020, p.1).

Del total de residuos hospitalarios o sanitarios (RH) que se generan en el mundo, el 85% corresponde a desechos comunes que no suponen peligros para la salud, mientras que el 15% se considera de alto riesgo, ya que puede ser infeccioso, tóxico o radioactivo. Además, la OMS, estima que los países con un nivel de ingresos altos, generan 0.5 Kg de desechos por cada cama hospitalaria y en los países con ingresos bajos la proporción desciende a 0.2 Kg (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018, febrero 8).

Los RH representan un riesgo para la salud y el medio ambiente. Con respecto a la salud, pueden generar infecciones por los microorganismos que liberan, quemaduras por radiación, intoxicación y heridas por el contacto con objetos punzocortantes. Por otro lado, sus efectos sobre el medio ambiente se relacionan con la contaminación del agua por la inadecuada infraestructura de los vertederos o lugares de desecho; asimismo, la incineración de los RH puede liberar sustancias contaminantes en la atmósfera, incluso, dichas sustancias se pueden mantener en las cenizas resultantes (OMS, 2018, febrero 8).

De lo anterior se deduce que, la importancia de la gestión de los RH radica en reducir o mitigar los efectos nocivos sobre la salud y el medio ambiente, sin embargo, en la mayoría de los países en desarrollo, existen deficiencias en la gestión de RH, que se explican por la falta de conocimiento y capacitación en temas de gestión de residuos, la falta de recursos económicos para la aplicación de buenas prácticas en el manejo de residuos

y sobre todo la debilidad institucional que existe para el cumplimiento de las normas (ONU medio ambiente, 2018, p.52).

La revisión de literatura existente sobre la gestión de residuos hospitalarios, muestra que los estudios se enfocan en una categoría en particular: las prácticas en el tratamiento de residuos hospitalarios, que incluye las etapas de recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final. En ese sentido, estudios como los de Sadia, Farid et al. (2020, p.78); Teshiwal (2019, p.3); Ahsan, Sayeda y Tanjila (2016, p.15), muestran que la tasa de generación de residuos hospitalarios peligrosos es alta y que la práctica de eliminación de desechos es bastante insegura, siendo las utilizadas la incineración, los vertederos y la eliminación a cielo abierto. Por ende, el estudio de Kenny y Priyandarshini (2021, p.10) y Mukhtar, Khan et al. (2018, p.21) brinda como recomendación el uso de técnicas amigables con el medio ambiente como el plasma a baja temperatura, la irradiación, polimerización inversa y bioconvertidores.

Por otro lado, las investigaciones coinciden en la importancia que tiene la gestión adecuada de los residuos hospitalarios para mitigar los riesgos sobre la salud y el medio ambiente; sin embargo, existe poca evidencia que mida el impacto ambiental, rescatando las investigaciones de Megawati, Marsaulina et al. (2021, p.13022), y Manzoor y Sharma (2019, p.12). En este marco, debido a la falta de medidas adecuadas para la gestión de residuos por varios países, este estudio se enfocó en recopilar las barreras que afectan la gestión de residuos sólidos hospitalarios; así como las consecuencias sobre el medio ambiente, considerando que este tema ha sido poco revisado y se considera importante para la mejora en la toma de decisiones.

La investigación se justifica desde el punto de vista teórico, ya que, se realizó una revisión sobre las barreras que afectan la gestión de residuos hospitalarios, lo cual servirá de sustento teórico para futuras investigaciones que deseen abordar temáticas similares o profundizar en cada una de las barreras. Por el lado práctico, el estudio se justifica, puesto que la revisión realizada, servirá para que las entidades implicadas en el manejo de desechos hospitalarios evalúen los impedimentos de mejora y logren superarlos, asimismo pueden seleccionar aquellas técnicas de disposición

que reduzcan el impacto sobre la salud de la población y el medio ambiente. Además, el estudio tiene una justificación ambiental, puesto que, brinda información sobre consecuencias de una mala gestión de residuos hospitalarios sobre los el medio ambiente, lo que llevará a que se tome conciencia de la necesidad de un cambio en la gestión de los residuos y así mitigar sus efectos contaminantes.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó como problema general: ¿Cuáles son las barreras que afectan la gestión de residuos sólidos hospitalarios?. Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

**PE1:** ¿Cuáles son las principales barreras que afectan la gestión de residuos hospitalarios?

**PE2:** ¿Cuáles con las consecuencias de una inadecuada gestión de residuos hospitalarios sobre el medio ambiente?

Además, se planteó como objetivo general: recopilar información sobre las barreras que afectan la gestión de residuos sólidos hospitalarios. Mientras que los objetivos específicos fueron:

**OE1:** Identificar las barreras que afectan la gestión de residuos sólidos hospitalarios.

**OE2:** Analizar las consecuencias de una inadecuada gestión de residuos sólidos hospitalarios sobre el medio ambiente.

## II. MARCO TEÓRICO

Ye, Song et al. (2022) desarrollaron un estudio para verificar el impacto ambiental de los desechos sanitarios generados durante la pandemia. Se realizó un estudio experimental en el que establecieron cuatro escenarios y calcularon la situación del impacto de los desechos médicos en los factores ambientales ajustando la proporción de aplicación de dos tecnologías de eliminación. Los resultados mostraron que, las emisiones de cloruro son las más altas entre los materiales de desecho vertidos en el suelo, lo que supera la suma de las emisiones de otras sustancias nocivas. Por ello, se concluye que el impacto de los residuos sanitarios es perjudicial para el medio ambiente, por ende, se recomendó a los gobiernos fortalecer el control del contenido de cloruro de la eliminación de desechos médicos y diseñar métodos apropiados para recolectar y reutilizar el cloruro para evitar la contaminación ambiental. (p.1-22)

Deraman, Moon y Muhamad (2021), realizaron una revisión sobre la gestión de los residuos hospitalarios y el impacto sobre el medio ambiente. Procedieron con la búsqueda de artículos a través de Google académico y Science direct, encontrando un total de 80 artículos desde el 2015 al 2020, de los cuales seleccionaron 12 como muestra. Los resultados mostraron una alta generación de desechos y que la gestión de residuos hospitalarios se enfrenta a la contaminación cruzada de las actividades hospitalarias, lo que se debe a la falta de servicios públicos apropiados, falta de conciencia y de cumplimiento de las leyes. La investigación concluyó que, la mala gestión de desechos que se evidencia en los procesos de eliminación como la incineración y los vertederos, tiene un impacto en el medio ambiente. El estudio recomendó el desarrollo de nuevas estrategias operativas y de implementación de gestión de residuos en la industria de la salud (p.287-295).

Rizan, Bhutta et al. (2021), tuvieron por finalidad estimar y comparar la huella de carbono de los flujos de residuos hospitalarios. El estudio fue cuantitativo y emplearon los datos de actividad basados en flujos de desechos encontrados en tres hospitales en una organización del Servicio Nacional de Salud del Reino Unido. Los resultados mostraron que, la huella de carbono de residuos hospitalarios fue más baja cuando se realizaron

prácticas de reciclaje (21e65 kg CO<sub>2</sub>e/ por tonelada), seguida de la incineración a baja temperatura con energía procedente de los residuos (172e249 kg CO<sub>2</sub>e/ t). Los autores concluyeron que, cuando los residuos se descontaminan utilizando una autoclave antes de la incineración a baja temperatura, la huella de carbono se incrementa a 569 kg CO<sub>2</sub>e/t. Por lo tanto, se recomendó profundizar el estudio para comparar emisiones de carbono con opciones específicas de eliminación de desechos y seleccionar el método de eliminación adecuado para el medio ambiente (p.1-10).

Bui, Ming et al. (2020), tuvieron por finalidad identificar las barreras para la gestión eficiente de los residuos sólidos en Vietnam. Para ello, plantearon un estudio cualitativo. Se aplicaron entrevistas a 17 expertos, incluidos 5 académicos, 6 expertos del sector gobierno y 6 expertos de las operaciones diarias de desechos sólidos. Los resultados evidenciaron que las dificultades técnicas; compartir información y problemas de conocimiento; las limitaciones de recursos humanos; y, los problemas financieros y económicos son las principales categorías en que se agrupan las barreras. Se concluyó que, de las 143 barreras identificadas, las más importantes son los desechos domésticos peligrosos, fondos insuficientes para la investigación de gestión de residuos, inadecuada infraestructura, falta de capacidad del personal y falta de un proceso estándar para la recopilación y el análisis de datos. Se recomendó que, el gobierno realice planes de acción que se centran en estas barreras y propongan un instrumento para lograr el desarrollo sostenible de los sistemas de gestión (p.2-14).

Behnama, Oishi et al. (2020), evaluaron el conocimiento, las actitudes y la práctica de médicos y enfermeras en un hospital público y privado en la ciudad Chattogram, Bangladesh. La investigación fue cuantitativa y transversal, empleando como instrumentos un cuestionario estructurado aplicado a una muestra de 198 médicos y enfermeras, entrevistas a los trabajadores de los hospitales y discusiones de grupos focales con 10 trabajadores de limpieza con respecto al impacto ambiental y en la salud de los desechos hospitalarios. Los resultados mostraron una gestión inadecuada de los residuos hospitalarios que se deben a las brechas en el conocimiento sobre gestión de residuos hospitalarios entre médicos de hospitales públicos

y privados, por falta de capacitaciones constantes. Asimismo, se presentaron dificultades en el almacenamiento temporal dentro de los hospitales. Se concluyó que existe una eliminación insegura de los desechos lo que pone riesgo a la población y el ambiente, por ende, se recomendó mejorar las estrategias de segregación y métodos de eliminación de los residuos hospitalarios (p.2-21).

Owoade, Tunde et al. (2020), tuvieron por finalidad analizar la contaminación de los suelos en dos vertederos de desechos médicos y municipales mediante la identificación de las fuentes. Desarrollaron un estudio experimental, tomando muestras de los suelos y sometiéndolas a un análisis de laboratorio de cuatro índices: factor de contaminación, grado de contaminación, índice de carga de contaminación y de geoacumulación. El estudio encontró que, los suelos presentaron niveles de contaminación alta y deterioro progresivo. Los principales contaminantes fueron cromo, hierro, níquel, cobre, zinc, arsénico, cadmio y plomo con valores superiores a tres. Se concluye que los desechos médicos contaminan los suelos a través de la presencia de metales pesados, siendo el cromo el de mayor presencia, por ende, se recomienda desarrollar estrategias adecuadas de gestión de desechos para salvaguardar la ecología y reducir los riesgos para la salud humana que surgen del flujo local de desechos (p.35).

Ansari, Ehrampoush et al. (2019), presentaron por objetivo evaluar la generación de residuos sólidos y el índice de desempeño ambiental de los hospitales en países en desarrollo. Para ello, realizaron un estudio cualitativo de revisión recurriendo a las plataformas de PubMed, Embase y Scopus durante el período de 2004 a 2019, usando como palabras clave: residuos hospitalarios, residuos médicos, sanitarios, clínicos y países en desarrollo. Los hallazgos mostraron que la generación de residuos es heterogénea entre los países y que depende del almacenamiento y la segregación de los residuos. Por otro lado, existen deficiencias en los procesos de eliminación de residuos, los cuales no cuentan con un tratamiento de los gases de combustión, emitiendo niveles altos de dioxinas, gases de invernadero y metales pesados. Por lo tanto, se concluye que se deben tomar medidas críticas para controlar estos riesgos y mejorar la tecnología en los métodos

de eliminación. Se recomiendan realizar políticas de educación en higiene y salubridad a la población, así como implementar tecnologías con un nivel reducido de emisión de contaminantes (p.2-18).

Khan, Cheng et al. (2019), revisaron los principales problemas a los que se enfrentan los países asiáticos en cuanto a la gestión de residuos sanitarios. Para ello, reunieron 63 estudios de investigación desde el 2000 al 2018, pertenecientes a países asiáticos en desarrollo. Se recurrió a las bases de datos de la Web of Science y PubMed. Los principales hallazgos revelaron que, el manejo inseguro de los residuos se debe al desconocimiento del personal encargado de la manipulación, la ausencia de capacitación, falta de políticas sólidas y de fondos, pues, muchos de los establecimientos médicos no tienen contenedores para almacenamiento de residuos. El estudio concluyó que los reglamentos, la legislación y las políticas en materia de gestión de residuos son recientes y su implementación varía entre sí, por ende, los autores recomendaron modificar las técnicas de eliminación para reducir el impacto en el ambiente (p.870).

Ghimire y Dhungana (2018), plantearon como fin analizar críticamente el sistema actual de gestión de desechos en el Hospital Bandipur, distrito de Tanahu, Nepal. Para ello, utilizaron como técnicas la observación mediante una lista de verificación de observación y la entrevista con el gerente del hospital, los médicos, el personal de enfermería y la población local que vivía cerca del hospital. Los hallazgos evidenciaron una gestión deficiente de los residuos hospitalarios explicada por la falta de interés del personal involucrado y la falta de una asignación presupuestaria destinada al proceso de gestión. Se concluyó que la separación y eliminación adecuadas de los desechos biodegradables y no biodegradables, infecciosos y no infecciosos es importante para evitar los peligros para la salud y la contaminación del ambiente; por ello, recomendaron, que todo el personal participe de la gestión de los residuos para mitigar los impactos negativos (p.41).

Hassan, Tudor y Vaccari (2018), presentaron como finalidad analizar la gestión de residuos sanitarios en Sudán. Para ello, emplearon una metodología mixta, mediante el uso de la observación de las prácticas hospitalarias y aplicación de 10 entrevistas a médicos y enfermeras de

hospitales públicos y privados. Los resultados mostraron que los residuos sanitarios se eliminan de manera inadecuada lo que se debe a la falta de segregación de residuos, la falta de políticas y planificación, una falta de conciencia sobre los peligros de los residuos, una infraestructura débil y la falta de tratamiento de los residuos. El estudio concluyó que existe una gestión ineficaz de los residuos sanitarios, sobre todo de las agujas usadas lo que pone en riesgo la salud y el medio ambiente. Por ende, se recomendó que las partes involucradas tomen medidas urgentes para reducir la cantidad de residuos generados (p.1-15).

Minshra, Muduli et al. (2018), exploran los factores influyentes de las prácticas de sostenibilidad en la gestión de residuos en el sector de la salud. Para ello utilizó el enfoque relacional gris (GRA) para la priorización de estos factores según su grado de influencia en las prácticas de gestión de residuos sanitarios. Este enfoque requiere del análisis de expertos, para lo cual aplicaron una encuesta a médicos, enfermeras, técnicos de laboratorio y administradores de los hospitales. Los hallazgos mostraron que las principales barreras para una gestión de residuos sanitarios son la falta de programas de capacitación, la concientización del personal y la falta de una política de adquisiciones ecológicas. Se concluyó que los programas de capacitación son importantes para el éxito de la gestión de residuos, por lo tanto, se recomendó la realización de estos programas con la participación proactiva de la alta dirección en políticas de compra verde (p.230).

Afolabi, Agbabiaka et al. (2018), presentaron por finalidad examinar la práctica de gestión de residuos sólidos en el Complejo Hospitalario Docente de la Universidad Obafemi Awolowo en Nigeria. Para ello, plantearon un estudio cuantitativo construyendo una encuesta, aplicada a un total de 60 estudiantes, 13 empleados, 43 limpiadores, 8 contratistas y un personal administrativo. Los datos se analizaron mediante distribución de frecuencias y análisis factorial. Los resultados evidenciaron que el proceso de segregación del hospital no se realiza en función de los parámetros de la OMS, lo que se explica por los factores como las instalaciones y almacenamiento en un 30,94%, el número de pacientes (17.86%), la falta de transporte (15.39%), los recursos humanos y materiales (8.33%). Se



concluyó que los sistemas de gestión de residuos no son efectivos, por ende, recomendaron que las agencias gubernamentales aseguren el cumplimiento de las directivas apropiadas en el manejo de desechos dentro del hospital (p.548).

Mukhtar, Khan et al. (2018), tuvieron como propósito evaluar las prácticas y técnicas de manejo y tratamiento de desechos adoptadas en hospitales seleccionados de cuatro provincias de Pakistán. La metodología se basó en métodos cuantitativos y cualitativos, utilizando la observación directa, el cuestionario y la revisión de literatura. Se reveló que, las técnicas de gestión de residuos como incineración, autoclave y vertederos a cielo abierto, aplicadas por los hospitales pakistaníes tienen graves implicaciones medioambientales, por ello se deben reemplazar con técnicas ambientalmente amigables como el plasma de baja temperatura, tecnología de irradiación, polimerización inversa y bioconvertidores. El estudio concluyó que, es necesario desarrollar sistemas, ya que el manejo seguro de los residuos hospitalarios es indispensable para la salud humana y para el medio ambiente, por ello, se recomendó el uso de tecnologías de irradiación para ayudar en los procesos de esterilización de los desechos hospitalarios (p.18-23).

Bungau, Tit et al. (2018) tuvieron como objetivo identificar los factores que inciden en la eficiencia de las farmacias en la recolección y disposición de los desechos medicinales en Rumania. Para ello realizaron un estudio transeccional y aplicaron un cuestionario de opinión a 521 farmacéuticos de la zona a través de correo electrónico y por llamadas telefónicas. Los resultados mostraron que existen deficiencias en la gestión de residuos farmacéuticos, lo cual se explica por la falta de procedimientos, programas, fallas en la legislación, exceso de operadores contratados y altos costos de eliminación. El estudio concluyó que, se presenta una gran necesidad de progreso en el aspecto tecnológico y estrategias de gestión de estas zonas. En vista de la situación, se recomendó la implementación de un programa de devolución de medicamentos de desecho cuya eficiencia sería superior a la de los programas existentes (p.3).

Con respecto a las teorías relacionadas, los residuos hospitalarios, también llamados residuos médicos, clínicos o sanitarios; son desechos generados por las actividades de atención de la salud desarrolladas por los hospitales, centros de salud y farmacias. Incluyen una amplia gama de materiales, desde agujas y jeringas usadas hasta apósitos sucios, partes del cuerpo, muestras de diagnóstico, sangre, productos químicos, productos farmacéuticos, dispositivos médicos y materiales radiactivos (Kwikiriza, Stewart et al., 2019, p.2).

Los residuos hospitalarios de acuerdo con la OMS, se clasifican en diferentes grupos: El primero corresponde a los desechos de riesgo, que involucran residuos infecciosos, residuos patológicos, punzantes, residuos farmacéuticos, residuos genotóxicos, residuos químicos y residuos radiactivos; en segundo lugar, los residuos sin riesgo, incluyen papel y cartón, embalajes, residuos alimentarios, aerosoles. El segundo grupo son los residuos infecciosos, se refiere a residuos contaminados por cualquier tipo de patógeno e incluye cultivos del trabajo de laboratorio, residuos de cirugías y autopsias, residuos de pacientes infectados, materiales y equipos desechados o descartables que hayan estado en contacto con dichos pacientes. El tercer grupo está formado por los residuos patológicos, están formados por tejidos, órganos, partes del cuerpo, fetos, sangre y fluidos corporales (Citado por Ali et al., 2017, p.584).

El cuarto grupo son los objetos punzocortantes, ya sea que estén infectados o no, agrupa a las agujas, jeringas, bisturís, juegos de infusión, sierras y cuchillos, cuchillas, vidrios rotos y cualquier otro elemento que pueda cortar o perforar. El quinto grupo son los residuos farmacéuticos, formados por productos farmacéuticos caducados o sin usar, excedentes de medicamentos, vacunas o sueros y artículos desechados utilizados en el manejo de desechos farmacéuticos como botellas, cajas, guantes, mascarillas, tubos o viales. Los residuos genotóxicos, son medicamentos citotóxicos y materiales caducados, fluidos de pacientes tratados con medicamentos citotóxicos o productos químicos y materiales como jeringas y viales contaminados por la preparación y administración de dichos medicamentos (Kumar, Islam et al. 2021, p.3).

Otro grupo lo forman los desperdicios químicos, que en su mayoría son sustancias químicas del trabajo de diagnóstico y experimental, procesos de limpieza, procedimientos de limpieza y desinfección, desechos de mercurio, como los de equipos clínicos rotos y derrames o desechos de cadmio de baterías desechadas. Por su parte, los desechos radioactivos, son residuos líquidos, sólidos y gaseosos contaminados con radionúclidos generados a partir de análisis in vitro de tejidos y fluidos corporales, imágenes de órganos corporales y procedimientos de investigación y terapéuticos (Deraman, Long y Muhamad, 2017, p.289).

Todos los tipos de residuos hospitalarios mencionados en líneas anteriores, necesitan una gestión adecuada. La gestión de residuos sólidos está relacionada con las prácticas de gestión de operaciones sostenibles en el tiempo y se pueden definir como estrategias operativas, tácticas, técnicas y políticas que respaldan los objetivos económicos y ambientales y que cubren subtemas como cadenas de suministro sostenibles, diseño ecológico y compras sostenibles (Gunasekaran, Iraní y Papadopoulos, 2014, p.808). Para Ziraba, Haregu y Mberu (2016, p.4) la gestión de residuos sólidos se refiere a la planificación, financiación e implementación de programas para cumplir con diferentes etapas: segregación, almacenamiento, transporte, y disposición final de residuos de manera ambiental y socialmente aceptable.

Chisholm, Zamani et al. (2021), detalla cada una de estas etapas. La segregación consiste en la separación de los desechos en bolsas o contenedores codificados por colores y etiquetados. El almacenamiento, requiere de ambientes ventilados, con señales de advertencia y que tengan acceso restringido, limitado solo a los trabajadores e inaccesible para roedores y personas no autorizadas. El transporte de estos desechos, debe regularse mediante el uso de un sistema de seguimiento en línea, donde se registre debidamente la información sobre la caracterización de los desechos, el generador, el transportador y la instalación de tratamiento (p.405).

Por último, la etapa de eliminación de desechos incluye distintos métodos o técnicas, que de acuerdo con Kenny y Priyandarshini (2021), se pueden dividir en tres categorías principales: a) Procesos térmicos, que se ubican como técnicas principales a la incineración, autoclave, pirólisis y plasma; b)

procesos químicos, que se basan en el uso de químicos para la desinfección de los desechos, siendo el cloro y el ozono los de mayor empleo para desechos peligrosos; c) procesos de irradiación, como microondas y ultravioleta. Además, existen otros métodos de tratamiento que no se incluyen en ninguna de las tres categorías, que son: vertederos, reutilización segura después del reprocesamiento y reciclaje (p.12).

A continuación, se describen los métodos principales. La incineración, utiliza una temperatura alta (800°C-1100°C) y un proceso de oxidación; este proceso, convierte los desechos en cenizas y gases. Si bien es efectivo, es más costoso que un método como el vertido en aproximadamente un factor de tres a cinco por unidad de volumen (Kenny y Priyandarshini, 2021, p.45). Por su parte, la esterilización por autoclave es un método de vaporización. Un autoclave, es un recipiente de metal diseñado para soportar altas presiones y temperaturas, con una puerta que se puede sellar y una disposición de tuberías y escotillas a través de las cuales se introduce y se extrae el vapor del recipiente. El proceso evapora los materiales de desecho para destruir los efectos potencialmente infecciosos y elimina los patógenos antes de sepultar los desechos (Ghasemi y Yusuff, 2016, p.20).

Por su lado, la pirólisis, utiliza una temperatura entre 540–830°C para calentar los componentes orgánicos de los RH en condiciones en las que no está presente el oxígeno y rompe sus enlaces químicos, de modo que los compuestos orgánicos con alto peso molecular se transforman en líquidos y gases combustibles. En este proceso, la humedad del peso molecular y el tamaño de las partículas tienen un impacto significativo en la eficiencia del procedimiento. Otra de las técnicas, es el plasma, que se basa en el uso de una nube de gas que se genera por la ionización de un gas inerte. Esta nube está cargada con partículas positivas, negativas y neutras. Cuando la corriente eléctrica pasa a través de este sistema, el gas se ioniza y genera una descarga de resplandor que alcanza una temperatura muy alta (hasta 3000 ° C) y da como resultado una rápida deshidratación y calentamiento de los residuos (Giakoumakis et al.2021, p.6).

El microondas es una tecnología alternativa al incinerador, pero en menor escala, cuyo proceso se basa en el vapor y ondas electromagnéticas con

frecuencias entre radio e infrarrojos. Este proceso necesita que los residuos se encuentren húmedos, caso contrario, genera un vapor adicional para esterilizar los residuos y destruir agentes infecciosos y organismos patógenos en los desechos. Por último, el vertedero o relleno sanitario es uno de los métodos con mayor uso para la eliminación final de los desechos ya tratados (con excepción de los residuos producto de la incineración), debido a su bajo costo; sin embargo, pueden ser un riesgo para la salud y el medio ambiente al generar lixiviados y gases tóxicos que afectan las aguas subterráneas y el aire (Ikhlayel, 2018, p.4).

Los enfoques modernos de gestión de residuos fomentan la reducción de la generación de residuos, la reutilización, el reciclaje, el compostaje y la eliminación segura a través de vertederos; sin embargo, a menudo no se practican (Ziraba, Haregu y Mberu, 2016, p.8). Un problema dentro del estudio de las prácticas de gestión de desechos hospitalarios es que su concepto y los temas relacionados, como "desechos médicos" o "desechos infecciosos", aún se encuentran mal definidos y no existe un estándar universalmente aceptado. Este hecho, se convierte en un impedimento para la aplicación y comparación entre modelos en los contextos existentes (Delmonico, De Santos et al., 2017, p.50).

Además, existen barreras y desafíos para mantener una gestión eficaz en el manejo de residuos sólidos y aún más cuando se trata de residuos hospitalarios. Una de las principales se refiere a los problemas financieros, los cuales surgen de actividades que son económicamente insostenibles o requieren un riesgo financiero inaceptable, por lo que las partes interesadas las encuentran imposibles de implementar. En este sentido, se genera una carga económica en términos de capacidad monetaria y asequibilidad social, considerando el aumento de desechos sólidos, debido a la tasa de crecimiento acelerado de la población (Bui, Ming et al., 2020, p.8).

Otro de los problemas que se presentan son las dificultades técnicas, estas se consideran como una barrera interna y consiste en la falta de los instrumentos para cumplir con todo el proceso de eliminación de residuos sólidos; es decir, ausencia de las herramientas para cumplir con las operaciones de desechos, como: contenedores de basura, servicios de

recolección de desechos, vehículos para transportar los desechos y lugares de almacenamiento con las medidas de seguridad necesarias (Yukalan, Clarke y Ross, 2017, p.2).

Asimismo, la falta de conocimiento y formación se constituye como un problema raíz de las malas prácticas de gestión. Se ha verificado que es necesario concientizar a todo el personal vinculado con el manejo de desechos, sobre todo a los trabajadores que se encargan de su manipulación, a cerca de los daños causados por los desechos infecciosos; además, se debe proporcionar capacitación técnica, ya que la disposición de la información resulta insuficiente, sugirió que el estándar destinado a los residuos y su propósito de reutilización no está claro, lo que lleva a la incredulidad social con respecto a ello (Esmaeilian, Wang et al., 2018, p.179).

En el mismo sentido la falta de cultura, de participación y actitudes negativas de parte de la población se convierte en un impedimento para llevar a cabo las políticas de gestión de residuos, puesto que pueden existir mecanismos de gestión establecidos, pero si la población o el personal involucrado directamente en los procesos no los aplica; entonces la gestión de los residuos no va a tener un cambio significativo. De allí, la importancia de la formación de las personas en valores y conciencia ambiental (Ikhlayel, 2018, p.6).

Con respecto a las consecuencias ambientales de una inadecuada gestión de residuos, se reconoce que, el proceso de incineración de residuos produce diferentes contaminantes presentes en las emisiones de ceniza, lo que tiene implicaciones ambientales y de salud pública. Dentro de los principales se encuentran los metales pesados, que son elementos químicos con alta densidad y tóxicos para el ser humano. La presencia de cromo, cadmio, plomo, mercurio, zinc y otros metales en las cenizas volátiles puede afectar la composición de los suelos. Por otra parte, los contaminantes orgánicos, son sustancias químicas resistentes a la degradación y bioacumulables sobre todo en los tejidos humanos. Los principales son los bifenilos policlorados (PCB), las dioxinas, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y otros compuestos cancerígenos (Adama et al., 2016, p.4).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

La presente investigación tuvo un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, ya que se realizó una revisión de la información científica existente sobre las barreras que afectan la gestión de residuos sólidos hospitalarios, identificando aquellas que inciden de manera considerable la gestión y el impacto que tiene una mala gestión sobre el medio ambiente; describiendo los hallazgos obtenidos por otros investigadores.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

El diseño del estudio fue no experimental, ya que se recolectó la información sobre la variable de estudio, mostrando evidencias verídicas de diferentes realidades, sin necesidad de alterar la información y/o el estado de la gestión de residuos. Asimismo, el estudio fue de tipo aplicado, ya que, se buscó, no solo revisar la información existente yendo desde el análisis particular hacia el general; sino aportar al conocimiento ya existente, mediante un análisis detallado sobre las barreras en la gestión de residuos hospitalarios.

#### **3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística**

**Tabla 1. Matriz apriorística**

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Problemas específicos</b>	<b>Categorías</b>	<b>Sub-Categorías</b>	<b>Unidad de análisis</b>	<b>Criterios</b>
Identificar las barreras que afectan la gestión de residuos sólidos hospitalarios.	¿Cuáles son las principales barreras que afectan la gestión de residuos hospitalarios?	Barreras que afectan la gestión de residuos hospitalarios	Barreras técnicas	Behnam, Oishi et al. (2020) Bui, Ming et al. (2020) Akni y Chaid (2020)	1.Credibilidad de las fuentes de información (revistas indexadas)  2.Artículos de los últimos 7 años.  4. Artículos científicos en inglés  5. Artículos científicos con acceso libre
			Barreras financieras y económicas	Kwikiriza, Stewart et al. (2019) Azous, Boyll et al. (2018) Hassan, Tudor y Vaccari (2018)	
			Barreras organizacionales y legales	Minshra, Muduli et al. (2018) Ghimire y Dhungana (2018) Afolabi, Agbabiaka et al. (2018) Mugabi, Hattingh y Chima (2018) Delmonico, De Santos et al. (2017)	
			Barreras humanas y de conocimiento	Swain, Muduli et al. (2017) Hangulu y Akintola (2017) Caniato, Tudor y Vaccari (2016) Takur y Anbanandam (2016)	
Analizar las consecuencias de una inadecuada gestión de residuos sólidos hospitalarios sobre el medio ambiente.	¿Cuáles con las consecuencias de una inadecuada gestión de residuos hospitalarios sobre el medio ambiente?	Consecuencias ambientales de una inadecuada gestión de residuos hospitalarios	Presencia de metales pesados	Rizan, Bhutta et al. (2021) Megawati, Marsaulina et al. (2021)	
			Producción de gases de efecto invernadero	Honest, Manyele et al. (2020) Ma, Lin et al. (2020)	
			Contaminantes orgánicos	Mshelia y Onuigbo (2020) Güzel, Canli et al. (2020) Yaman (2020)	



<b>Objetivos específicos</b>	<b>Problemas específicos</b>	<b>Categorías</b>	<b>Sub-Categorías</b>	<b>Unidad de análisis</b>	<b>Criterios</b>
Analizar las consecuencias de una inadecuada gestión de residuos sólidos hospitalarios sobre el medio ambiente.	¿Cuáles con las consecuencias de una inadecuada gestión de residuos hospitalarios sobre el medio ambiente?	Consecuencias ambientales de una inadecuada gestión de residuos hospitalarios	Presencia de metales pesados  Producción de gases de efecto invernadero  Contaminantes orgánicos	Stanley y Egbe (2020) Manzoor y Sharma (2019) Arar, Alawi y Al-Mikhi (2019) Akele y Tarekegn (2017) Li, Lv et al. (2016) Adama, Esena et al. (2016) Wei, Liu et al. (2016)	

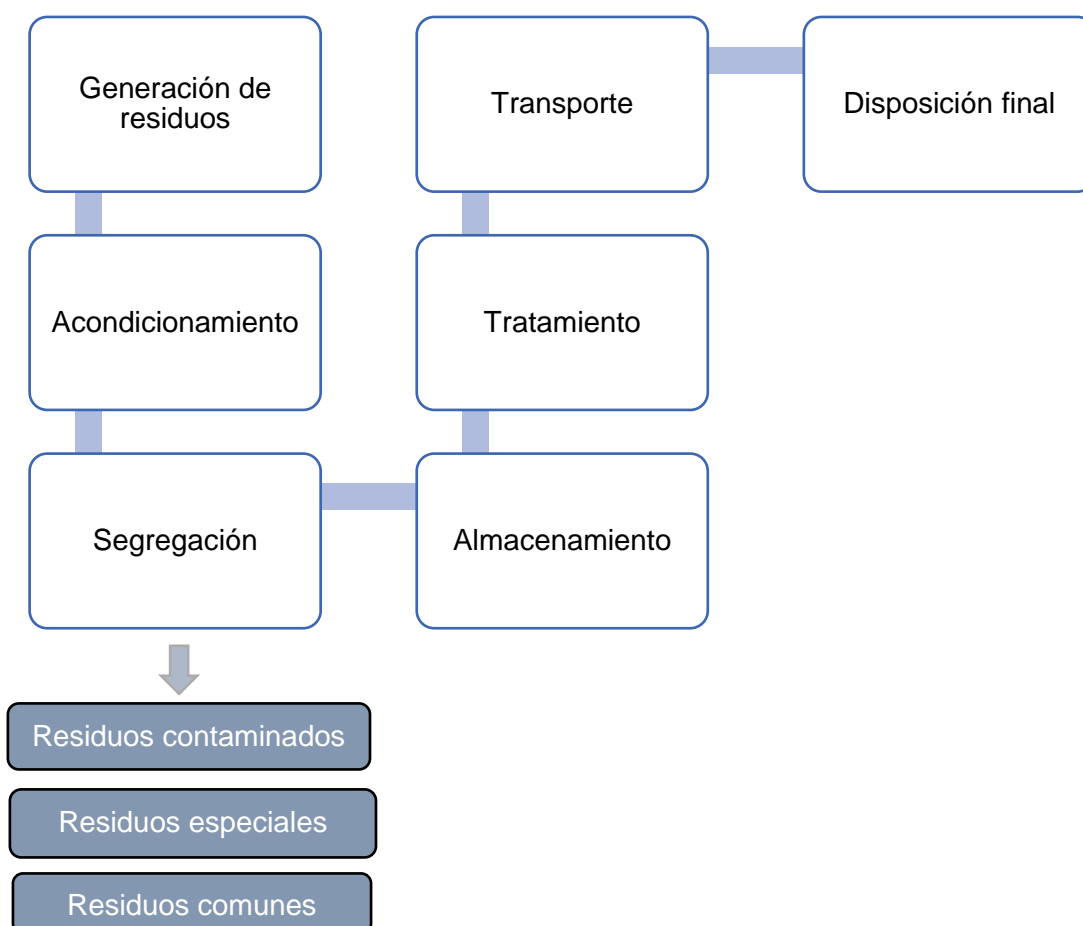
Fuente: elaboración Propia.

### 3.3. Escenario de estudio

El escenario de estudio estuvo formado por los lugares en que se realizaron las investigaciones que fueron seleccionadas para la revisión. Se recopilaron artículos en inglés de diferentes países que tomaron como unidades de análisis a los hospitales y farmacias. Los residuos hospitalarios según la OMS (2018, febrero 8), se componen principalmente de residuos infecciosos, patológicos, punzantes, farmacéuticos y químicos.

En la figura 1 se muestra el proceso del manejo de los residuos hospitalarios, dividido en manejo interno, que abarca desde la generación hasta el tratamiento de los residuos y el manejo externo, referido al transporte y disposición final de los residuos.

**Figura 1.** *Proceso del manejo de residuos sólidos hospitalarios*



Fuente: elaboración Propia.

### **3.4. Participantes**

Para la realización del estudio, se utilizaron artículos de revistas indexadas, extraídos de diferentes plataformas de búsqueda como Science Direct (4), MDPI (7), Pubmed (6) y Scopus (13). Se emplearon un total de 30 artículos desde los años 2016 al 2022; dicho periodo se seleccionó en base a la escasez de artículos que examinen las barreras en la gestión de residuos hospitalarios.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección**

#### **3.5.1. Técnicas**

Como técnica de recolección se empleó el análisis documental, ya que, se analizaron los artículos seleccionados con el fin de que la información que proporcionen contribuya a solución de los objetivos de la investigación.

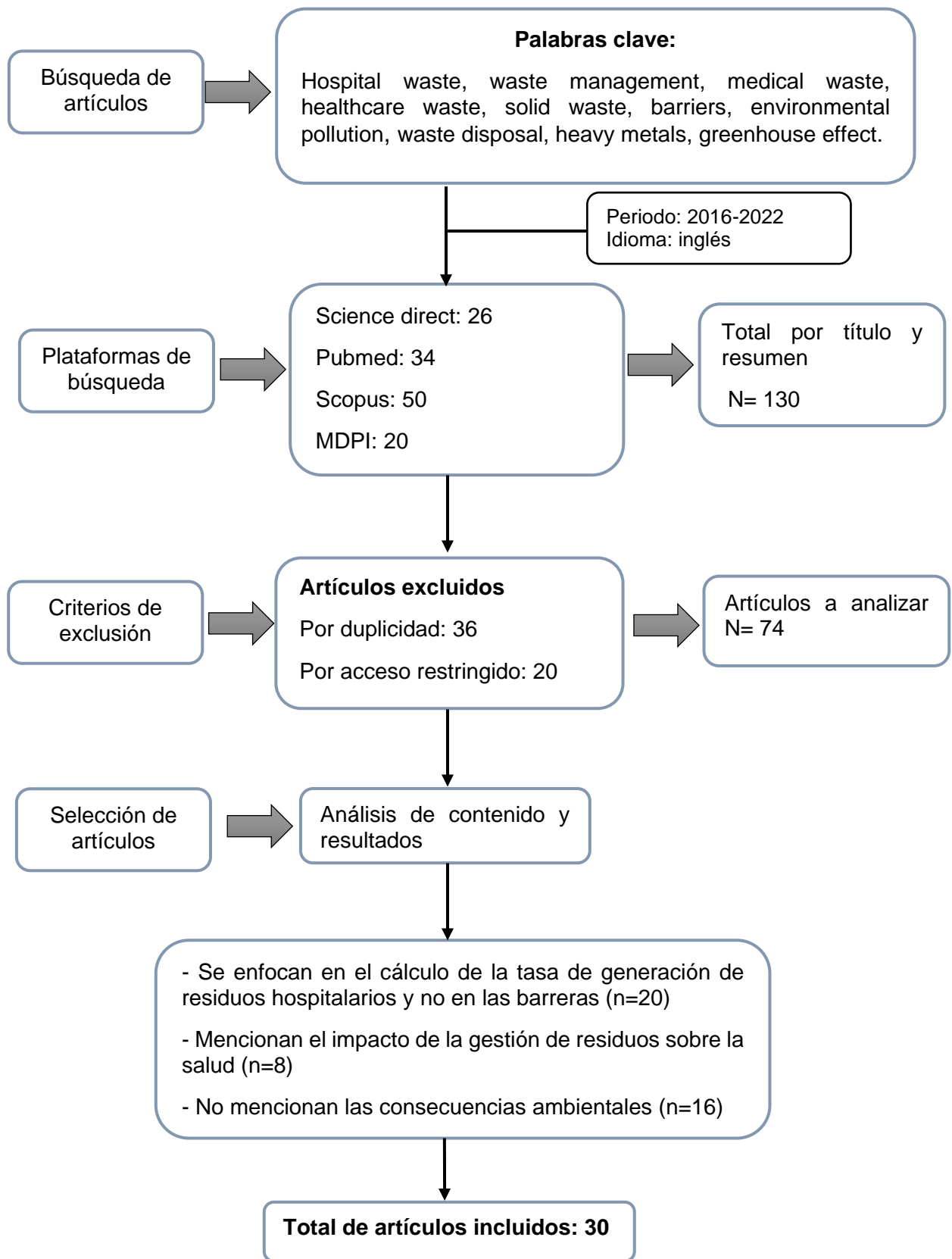
#### **3.5.2. Instrumentos**

Se emplearon dos fichas de registro de información, en las cuales se recolectaron los principales hallazgos y conclusiones de los artículos en función de las categorías de cada variable, con el fin de sintetizarlos y dar respuesta a los objetivos del estudio.

### **3.6. Procedimiento**

Para poder realizar la investigación, se recurrió a la revisión de diferentes fuentes bibliográficas con el fin de identificar los artículos base para el desarrollo del estudio. Para ello, se utilizaron diferentes palabras clave, combinadas con los conectores “or” y “and”, así como criterios de inclusión y exclusión para la selección de los artículos, los cuales se muestran en la figura 2.

**Figura 2. Proceso de búsqueda**



Fuente: elaboración Propia.

### **3.7. Rigor científico**

En la presente investigación se realizó un trabajo de calidad que cumple con los diferentes criterios de rigor científico. El estudio se fundamenta en la credibilidad, ya que para la selección de los artículos se recurrió a bases de datos confiables y se verificó que el contenido pertenezca a revistas indexadas, por lo tanto, los estudios empleados para la revisión y análisis son verídicos.

Por otro lado, la investigación tiene como fundamento la transferibilidad, ya que, la información recolectada puede adaptarse a diferentes contextos, sirviendo de base para futuros estudios relacionados con las barreras para la gestión de residuos sólidos hospitalarios y sus consecuencias sobre el medio ambiente.

### **3.8. Método de análisis de la información**

Para la revisión y análisis de los artículos científicos, se utilizó una ficha de registro de la información que permitió ordenar los hallazgos de las investigaciones y poder compararlos con otras similares. Además, se realizó una agrupación en función al contenido de los estudios, dividiéndolos en categorías y sub-categorías para facilitar la comprensión y poder dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación.

Por otro lado, se realizó un análisis cuantitativo de los artículos, los cuales fueron agrupados en función de las subcategorías identificadas y procesados mediante una hoja de cálculo de Excell, la que permitió presentarlos en tablas y figuras.

### **3.9. Aspectos éticos**

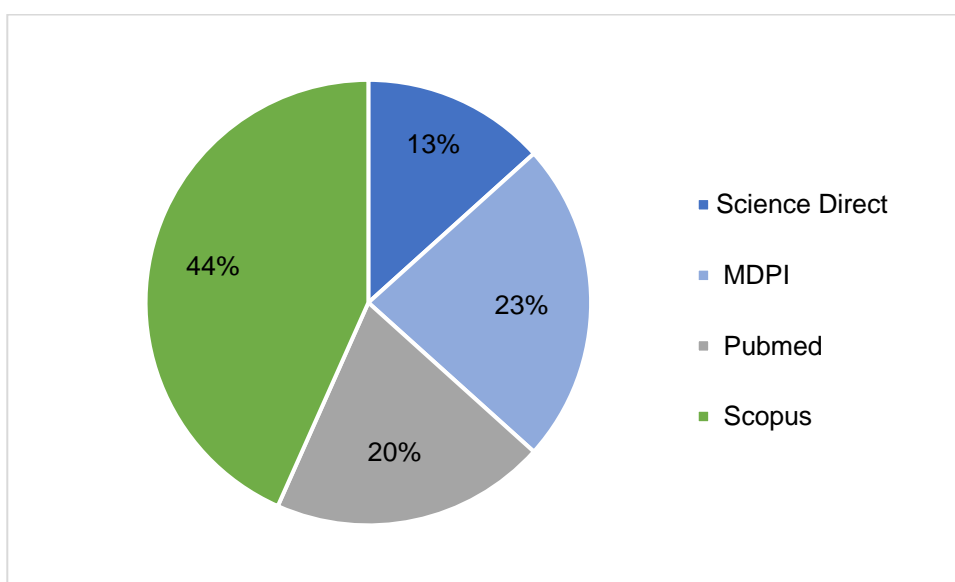
La investigación se sustenta en los principios y normas éticas establecidas por el Código de ética en investigación (UCV, 2020) y el Código Nacional de la Integridad Científica (CONCYTEC, 2019). Por ende, se basa en los principios de integridad y honestidad intelectual, pues se respetaron los derechos de propiedad intelectual de los autores de los artículos empleados; para ello, se realizó un correcto citado utilizando las normas ISO 690.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presenta el análisis de los resultados obtenidos por otras investigaciones sobre la variable de estudio. Esta sección se ha dividido en tres partes. La primera, se enmarca en el análisis de las fuentes de origen de los artículos empleados en la investigación. La segunda se centra en las barreras de la gestión de residuos sólidos hospitalarios y, por último, la tercera se basa en el análisis de las consecuencias ambientales de una mala gestión de residuos.

##### Procedencia de los artículos de investigación

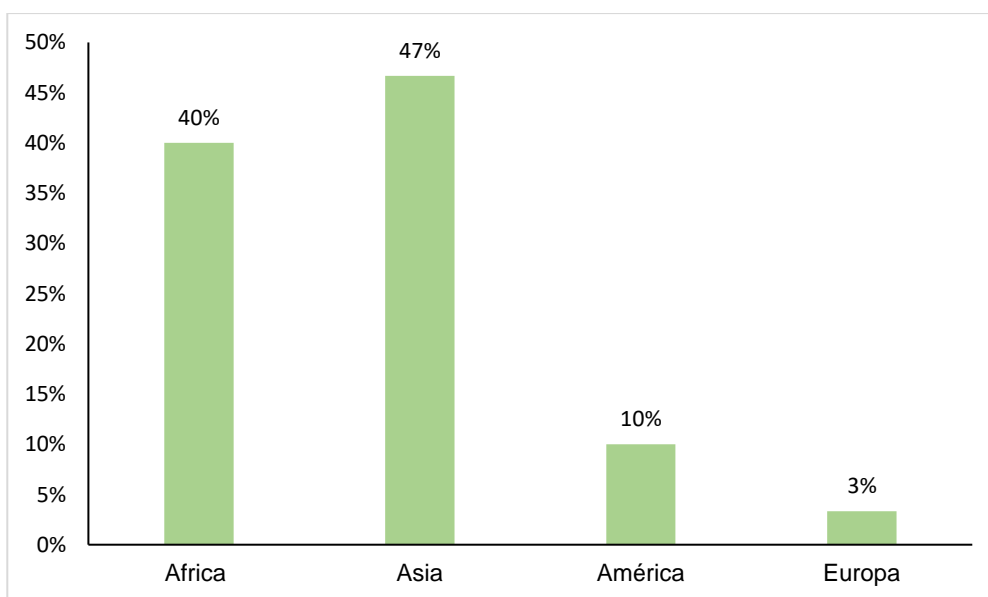
**Figura 3.** *Artículos científicos según fuente de origen*



Fuente: elaboración Propia.

En la figura 3, se observa que, del total de 30 artículos seleccionados para la investigación, el 44% fueron extraídos de la plataforma Scopus, seguido del 23% que se extrajeron de MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute); mientras que un 20% de la base de datos de Pubmed y un 13% de science direct. La mayor contribución de Scopus, se debe a que es una base de datos que conduce a diferentes editoriales de revistas y bibliotecas virtuales.

**Figura 4.** Artículos científicos según ámbito de estudio

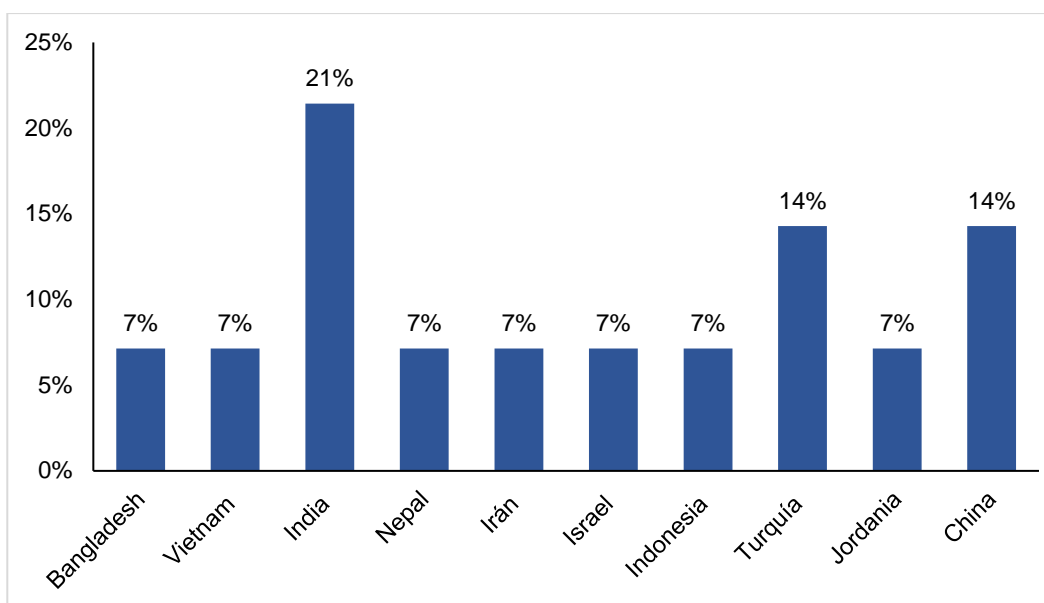


Fuente: elaboración Propia.

En la figura 4, se evidencia que la mayor parte de las investigaciones que analizan las barreras en la gestión de residuos sólidos hospitalarios, así como las consecuencias ambientales tienen como ámbito de estudio el continente asiático con el 47%, seguido de estudios pertenecientes al continente africano. Esto revela una mayor producción científica en estos continentes y mayor preocupación por los problemas ambientales que resultan de una inadecuada gestión.

Por otro lado, se observa que los estudios relacionados a la gestión de residuos hospitalarios en América solo ocuparon el 10% de los artículos lo que puede deberse a que la selección se realizó solo para investigaciones en inglés, excluyendo a estudios realizados en América Latina; mientras tanto, en Europa solo se ubicaron el 3% de los artículos, lo que puede explicarse por el mayor nivel de desarrollo de estos países, lo que hace menos recurrente los problemas de gestión de residuos.

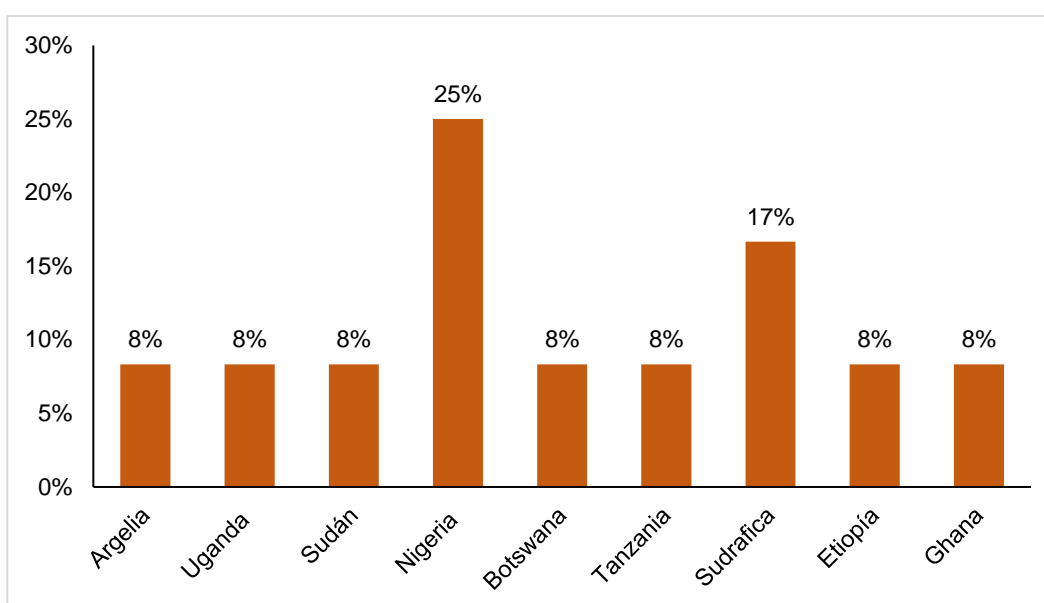
**Figura 5. Artículos científicos de los países asiáticos**



Fuente: elaboración Propia.

En la figura 5, se evidencia que, del total de artículos pertenecientes al continente asiático, el 21% analizan el escenario de la India, mientras que el 14% se centran en Jordania y China. La mayor preocupación por el estudio de gestión y contaminación en la India se explica por las características de este país, el cual tiene una gran cantidad de población y por lo tanto, genera una gran cantidad de residuos en la atención hospitalaria.

**Figura 6. Artículos científicos de los países africanos**



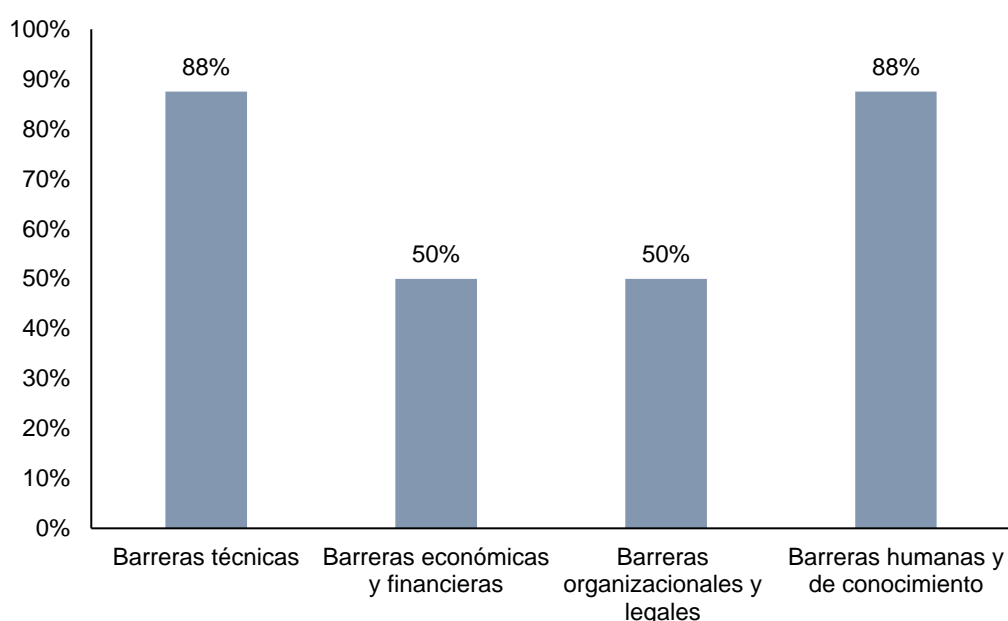
Fuente: elaboración Propia.



En la figura 6 se observan que, del total de artículos, el 25% tiene como ámbito de estudio Nigeria, mientras que el segundo escenario de estudio es Sudáfrica, en el que se enfocaron el 17% de los investigadores. Los motivos del estudio de los países africanos, se centran principalmente en el bajo nivel de ingresos económicos que presentan, lo que los hace mas susceptibles de lograr una gestión de residuos hospitalarios eficiente.

### **Barreras en la gestión de residuos sólidos hospitalarios**

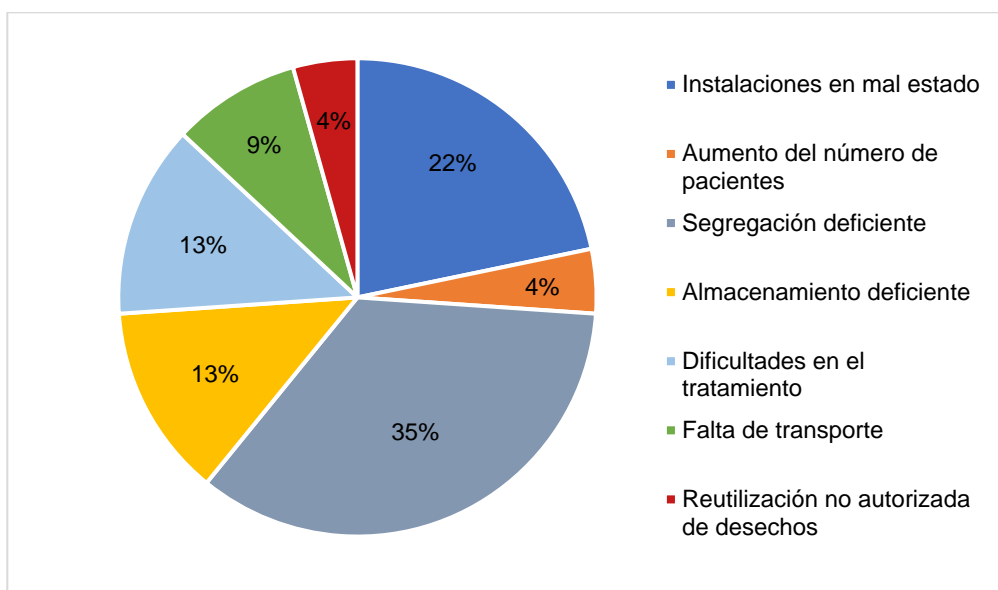
**Figura 7.** *Tipos de barreras en la gestión de residuos sólidos hospitalarios*



Fuente: elaboración propia.

El éxito de la gestión de residuos sólidos depende de la eficiencia con que se identifiquen los factores que la afectan. En ese sentido existen diferentes barreras que impiden una adecuada gestión de los residuos hospitalarios, las cuales se agrupan principalmente en: barreras técnicas u operativas, financieras y económicas, organizacionales y legales, humanas y de conocimiento. En la figura 7, se observa que, de los 16 artículos revisados sobre las barreras en la gestión de residuos sólidos hospitalarios, el 88% menciona a las barreras técnicas y barreras humanas y de conocimiento como los principales obstáculos en la gestión de residuos hospitalarios. Mientras que la presencia de barreras económicas y financieras, organizacionales y legales se presentó en el 50% de los artículos.

**Figura 8. Barreras técnicas identificadas**



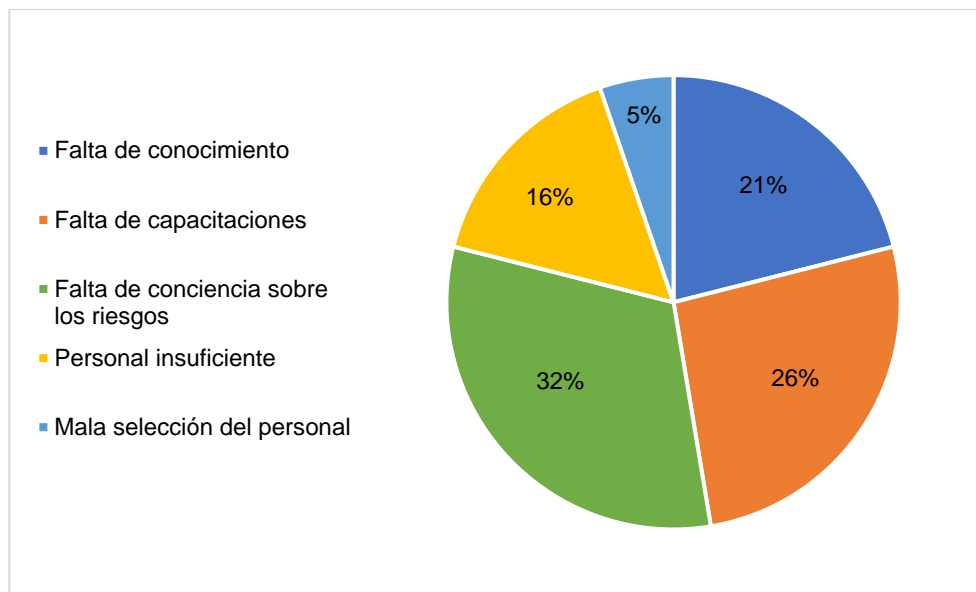
Fuente: elaboración propia.

En la figura 8, se puede observar que, dentro de las barreras técnicas identificadas en el proceso de gestión de residuos sólidos hospitalarios, la principal se refiere a una segregación deficiente de los residuos (35%), es decir una inadecuada separación y categorización de los residuos de los hospitales en función de su tipo, lo que demora e incrementa los costos del proceso. El estudio de Kwikiriza, Stewart et al. (2019, p.4) encuentra que la gestión de desechos en las zonas rurales de Uganda estuvo en un 50% por debajo de los estándares requeridos por la OMS, lo que se debió principalmente a una deficiente segregación y transporte de los residuos. Lo que concuerda con los hallazgos de Tabrizi, Rezapour et al. (2018, p.288) para el caso de los centros de salud de Irán en que no se realiza una recolección y segregación adecuada de los residuos.

Asimismo, el 22% de los artículos identifica que las instalaciones hospitalarias se encuentran en mal estado y el 13% que el almacenamiento es deficiente y que, además, se presentan dificultades en el tratamiento de los residuos. Afolabi, Agbabiaka et al. (2018, p.560), encuentran que los sistemas de gestión de residuos en un Complejo Hospitalario de Nigeria no son efectivos debido al mal estado de las instalaciones, el almacenamiento deficiente, el aumento del número de pacientes y la falta de transporte. Esto

concuerta con el estudio de Bui, Ming et al. (2020, p.12) quienes demuestran un aumento de la generación de desechos domésticos peligrosos en Vietnam, debido a la mala infraestructura del lugar y deficiencias en el proceso de recolección; misma situación fue encontrada por Hangulu y Akintola (2017, p.4), quienes evidenciaron que el principal desafío en Sudáfrica es el deficit de infraestructura, sobre todo en los centros médicos de atención primaria.

**Figura 9.** Barreras humanas y de conocimiento identificadas

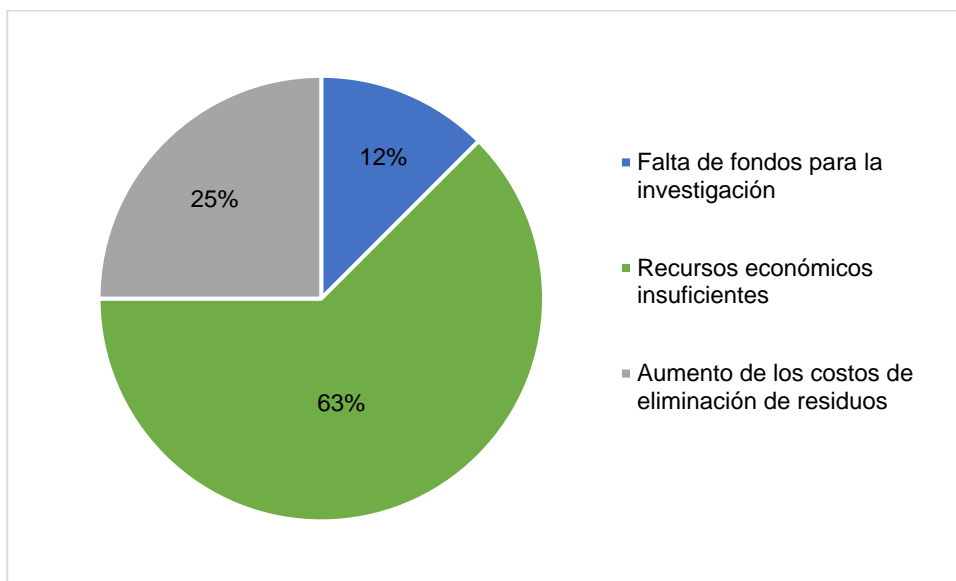


Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, en la figura 9 se muestra que la falta de conciencia del personal sobre los riesgos que involucra el tratamiento de los residuos hospitalarios es una de las principales barreras humanas en la gestión, lo que demuestra la deficiente cultura del personal. Minshra, Muduli et al. (2018) y Swain, Muduli et al. (2017, p.186), evidenciaron que no existe una concientización del personal hospitalario en la India, identificando una falta de responsabilidad de las autoridades de los centros de atención médica y renuencia al cambio y adopción de medidas de manejo seguras, ambas ocupando un valor de 1 (100%) en importancia. La misma situación se encontró en Sudán, donde la falta de conciencia sobre la naturaleza peligrosa de los residuos pone en peligro al personal de limpieza, sobre todo cuando se manejan objetos punzocortantes (Hassan, Tudor y Vaccari, 2018, p.14).

Otras barreras humanas identificadas fueron la falta de capacitaciones al personal (26%) y falta de conocimiento (21%), que son obstáculos que involucran no solo al personal de limpieza, sino también al personal de salud y administrativos. Behnam, Oishi et al. (2020, p.8) y Mugabi, Hattingh y Chima (2018), evaluaron el conocimiento de médicos, enfermeras y personal de salud. Los primeros se centraron en hospitales públicos y privados de Bangladesh, descubriendo una brecha de conocimiento entre los médicos y enfermeras de ambos tipos de hospitales, debido a la falta de capacitaciones sobre los procedimientos a seguir para eliminación de los desechos hospitalarios. Mientras que los segundos, evaluaron un hospital terciario en Botswana coincidiendo que la principal barrera es la falta de conocimiento del personal (63,1%), explicado por la falta de capacitación (60%) y su despreocupación por aprender (52.2%).

**Figura 10.** Barreras económicas y financieras identificadas



Fuente elaboración propia.

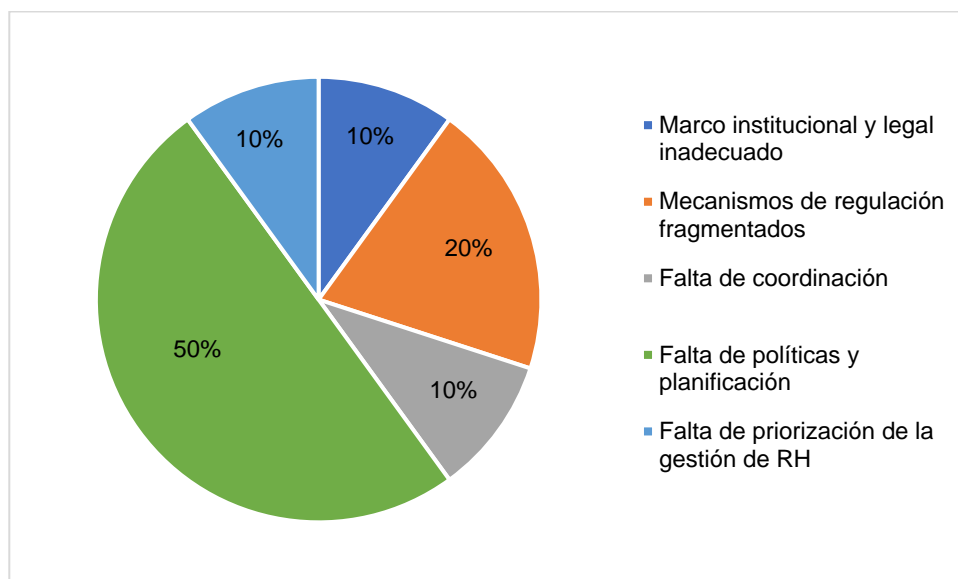
En la figura 10, se muestra que los artículos solo identificaron tres barreras económicas para la gestión de residuos sólidos hospitalarios. Asimismo, se muestra que el 63% de las investigaciones identificó como una barrera principal, los recursos económicos insuficientes. Caniato, Tudor y Vaccari (2016, p.8) evidenciaron que en Israel la escasez de recursos económicos se convierte en un desafío para la gestión, sobre todo porque ejerce presión sobre la disponibilidad de recursos para brindar servicios efectivos a la

población. Estos hallazgos son similares a los Ghimire y Dhungana (2018, p.43) quien demuestra que la falta de una asignación presupuestaria para el proceso de recolección en un hospital en Nepal supone un riesgo para el personal y la población que se atiende en las instalaciones.

Además, se encuentra que en un 25% de los artículos se presenta como barrera el aumento de costos de la eliminación de residuos. Situación parecida al estudio de Takur y Anbanandam (2016, p.566) que demuestran que, para el caso de la India, se generan costos extras en la eliminación de residuos, debido a una mala separación de los mismos en su lugar de origen. Este panorama también se presenta en Uganda, en que una mala segregación de residuos incrementa fuertemente los costos del manejo de residuos, restringiendo una eficiente gestión por falta de recursos (Kwikiriza, Stewart et al., 2019, p.7).

Se puede observar que las restricciones económicas son el principal denominador en los países del continente africano y asiático debido a que la mayoría de países analizados tienen un nivel de ingresos bajo, que según el Banco Mundial alcanza como máximo los 1,025 dólares americanos, lo que les impide una mayor inversión en las buenas prácticas hospitalarias, que requieren de infraestructura, recursos materiales y humanos.

**Figura 11.** Barreras organizacionales y legales identificadas



Fuente elaboración propia.

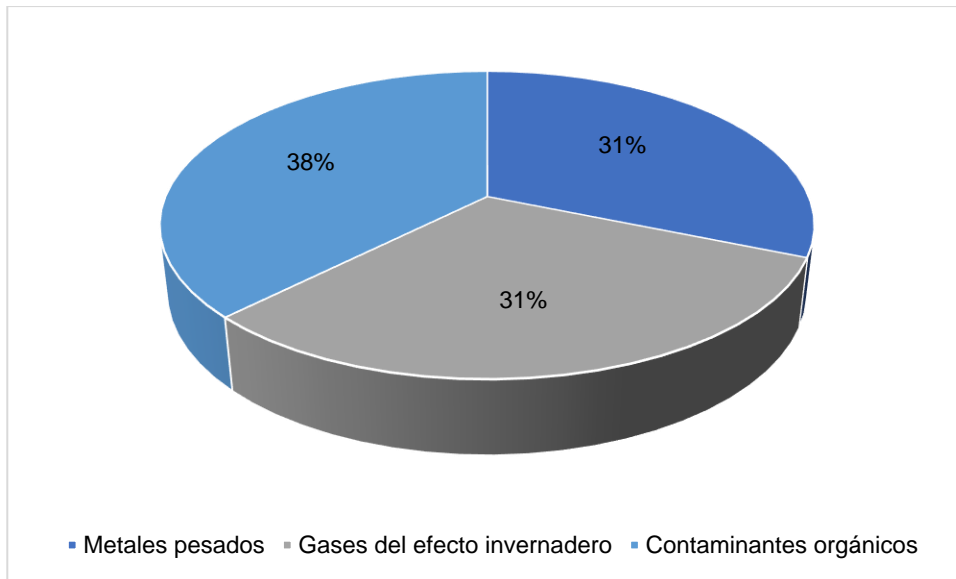
Por otra parte, en la figura 11, se observan las barreras organizacionales y legales que obstaculizan la gestión de los residuos, siendo la principal la falta de políticas y planificación de los hospitales y centros de atención médica, quienes no establecen los procesos a seguir para la segregación, almacenamiento y sobre todo en el tratamiento de los residuos. En ese sentido, Delmonico, De Santos et al. (2017, p.52), encuentran falta de políticas y directrices en la gestión de dos hospitales en Brasil, que impiden una gestión de residuos sostenible. Este caso, es similar al caso de las farmacias en Rumania, donde se muestra una deficiencia de la gestión de los residuos por falta de procedimientos y programas implementados (Bungau, Tit et al., 2018, p.8).

Además, se observa un 20% de los artículos que atribuyen como barrera a los mecanismos de regulación fragmentados. Akni y Chaid (2020, p.356), encuentra que la gestión de residuos de las actividades asistenciales en Argelia no está organizada, estructurada ni asegurada principalmente por el bajo ejercicio del poder público, que se explica por las leyes y regulaciones fragmentadas, lo mismo es encontrado por Caniato, Tudor y Vaccari (2016, p.8), quienes evidencian una falta de regulación clara en Israel. Esto demuestra que la mejora de la gestión de los residuos hospitalarios no solo depende del esfuerzo de los hospitales y centros de atención, sino que se requiere una actuación conjunta, de la mano con los gobiernos.

### **Consecuencias ambientales de una inadecuada gestión de residuos hospitalarios**

La gestión de residuos sólidos es un gran desafío para la mayoría de los países, particularmente en ciudades con bajos ingresos en que la población es grande y en que las tasas de generación de residuos son relativamente más altos. Algunos de los estudios revisados han demostrado que algunas ciudades u hospitales gastan en promedio hasta el 30% de su presupuesto en la gestión de los residuos hospitalarios. Además de esta carga económica las prácticas de gestión de residuos hospitalarios tienen diversos grados de impacto en el medio ambiente, emitiendo diferentes contaminantes.

**Figura 12.** *Contaminantes identificados en los artículos*



Fuente Elaboración propia.

La revisión realizada demuestra que del total de artículos revisados el 38% identificó a los contaminantes orgánicos (dioxinas y furanos) como los principales contaminantes del medio ambiente, por otro lado, el 31% encontró la presencia de metales pesados presentes en el suelo y aire como consecuencia de malas prácticas de gestión de residuos hospitalarios, mientras que el 31% restantes habla sobre los gases de efecto invernadero (huella de carbono) generados por la forma inadecuada de eliminación de residuos.

**Tabla 2.** Presencia de metales pesados en el ambiente

AUTOR	PRESENCIA DE METALES PESADOS							
	Cadmio	Plomo	Cromo	Níquel	Cobre	Arsénico	Mercurio	Zinc
Ma, Lin et al. (2020)	0.0262 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.51 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.3460 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.3290 mg/ Nm <sup>3</sup>	1.5800 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0410 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0203 mg/ Nm <sup>3</sup>	N.E
	9.94 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0226 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0536 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0178 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0297 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0048 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0145 mg/ Nm <sup>3</sup>	N.E
	9.98 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0282 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0188 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0093 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0028 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0026 mg/ Nm <sup>3</sup>	0.0318 mg/ Nm <sup>3</sup>	N.E
Stanley y Egbe (2020)	0-5 mg/kg	5-12 mg/kg	20-45 mg/kg	N.E	N.E	0.5-5 mg/kg	N.E	N.E
Manzoor y Sharma (2019)	N.E	137 mg/kg	3.63 mg/kg	26.3 mg/kg	110 mg/kg	N.E	N.E	1133 mg/kg
Adama, Esena et al. (2016)	7.54 mg/kg	143.8 mg/kg	99.30 mg/kg	N.E	N.E	N.E	N.E	16417,69 mg/kg
Wei, Liu et al. (2016)	N. E	800-1500 mg/kg	N.E	N.E	800-1100 mg/kg	N.E	N.E	4400-5500 mg/kg

N.E = No específica

Fuente: Elaboración Propia.



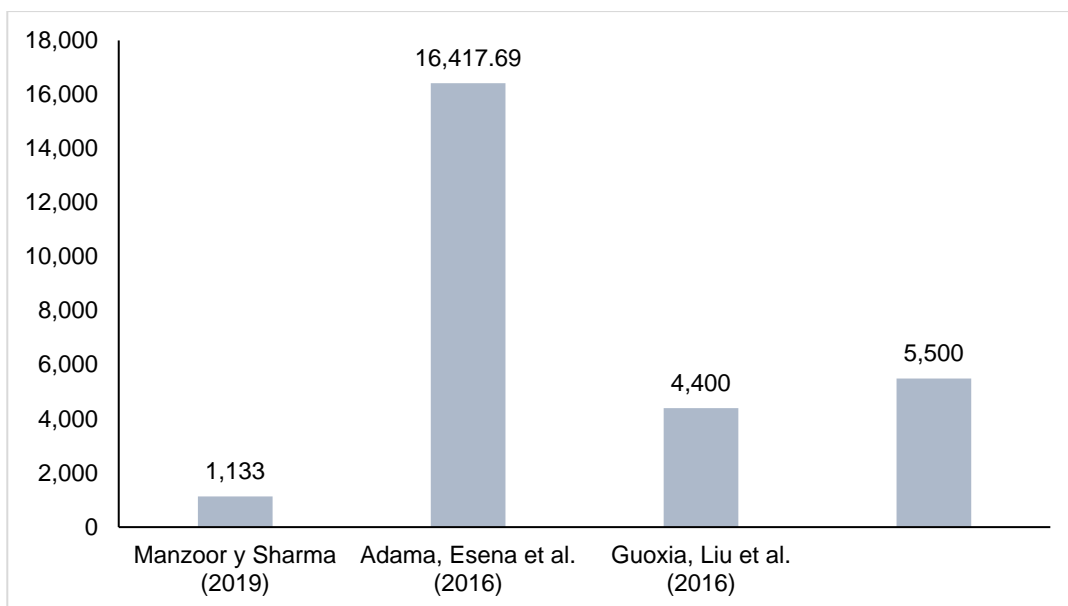
En la tabla 2, se pueden observar los principales metales pesados encontrados en los estudios; destacando la presencia de plomo (Pb), cromo (Cr) y cadmio (Cd) en diferentes concentraciones en la mayor parte de los estudios; sin embargo, esto no significó que estos metales fueran los mayores contaminantes, puesto que se puede observar una alta concentración de zinc que oscila entre los 1300 mg/kg y 5500 mg/kg (Manzoor y Sharma, 2019; Adama, Esena et al. 2016; Wei, Liu et al. 2016).

Stanley y Egbe (2020, p.5), encontraron que la carga de metales pesados (Pb, Cr, As, Cd y Cr) sobre todo del cromo, que osciló entre 20 y 45 mg/kg eran más altos en los suelos de los vertederos de desechos hospitalarios que en el suelo prístino del Hospital Docente de la Universidad de Port Harcourt en Nigeria. Por otro lado, el nivel de nitrato del suelo de los vertederos del hospital estuvo entre los 9 y 13 mg/kg. Estos resultados son similares a los de Owade, Tunde et al. (2020, p.14) quien encuentra al cromo y plomo como uno de los mayores contaminantes en Nigeria, por ende, se recomienda desarrollar estrategias adecuadas de gestión de desechos para salvaguardar la ecología.

Por su parte, el estudio de Ma, Lin et al. (2020, p.1385) obtuvo una alta concentración de cadmio en las cenizas en dos de los tres escenarios utilizados (9.94 mg/Nm<sup>3</sup> y 9.98 mg/Nm<sup>3</sup>) como consecuencia de la incineración de desechos hospitalarios en Los Ángeles. Además, se muestran concentraciones de cobre en 1.58 mg/Nm<sup>3</sup>, cromo en 0.3460 mg/Nm<sup>3</sup> y níquel en 0.3290 mg/Nm<sup>3</sup>, las cuales superan los estándares nacionales de 0.1 mg/Nm<sup>3</sup>. Además, se muestra una mayor concentración de contaminantes en el escenario 2 con partículas de cenizas de mayor dimensión.

Se puede observar que a pesar de los pocos estudios que encontraron la presencia de zinc en los suelos de los vertederos, en el aire o en las fuentes de agua cercanas a los vertederos de residuos hospitalarios, existe una alta concentración de este metal, tal como se puede observar en la figura 13.

**Figura 13.** Concentraciones de Zinc



Fuente: Elaboración Propia.

El estudio de Adama, Esena et al. (2016, p.4) analizó las cenizas de un incinerador de desechos hospitalarios en Ghana, encontrando altas concentraciones en mg/kg de zinc (16417,69), plomo (143,80), cromo (99,30) y cadmio (7,54) por encima los límites permitidos por la USEPA “United States Environmental Protection Agency”. Asimismo, los suelos que se encontraban ubicados a 60 metros también estaban contaminados por metales pesados. Los resultados son similares a los de Wei, Liu et al. (2016, p.1572) quien analiza cenizas de incineradores de desechos hospitalarios en China y muestra altas concentraciones de metales pesados como zinc (entre 4400 y 5500 mg/kg), plomo (entre 800 y 1500 mg/kg) y cobre (entre 800 y 1100 mg/kg) para diferentes tamaños de partículas. Estos resultados se asemejan a los encontrado por Manzor y Sharma (2019, p.20), quien encontró una alta concentración de zinc (1133 mg/kg) en los suelos que se utilizan como vertedero en África, seguido del plomo (137 mg/kg).

Del análisis, se deduce que la eliminación inadecuada y no científica de los desechos biomédicos puede tener efectos adversos en el ecosistema natural como: generar cambios en la calidad del suelo, sobre todo de aquellos que se ubican cerca de los vertederos de desechos, ya que, diferentes contaminantes pueden mezclarse con el suelo y pueden cambiar la química

y la biología del mismo. Además, pueden quedar partículas de metales en la cenizas producto de la incineración que entran en contacto con el aire y de manera análoga, contaminar las fuentes de agua cercanas.

**Tabla 3.** Gases del efecto invernadero

AUTOR	CO2 Equivalente*				Quema a cielo abierto
	Incineración con descontaminación	Incineración autoclave	Incineración a alta T°	Vertedero	
Rizan, Bhutta et al. (2021)	172–249 Kg CO <sub>2</sub> e/ t	569 Kg CO <sub>2</sub> e/ t	1,074 Kg CO <sub>2</sub> e/ t	N.E	N.E
Megawati, Marsaulina et al. (2021)	5.4 kg CO <sub>2</sub> -eq	20.7 kg CO <sub>2</sub> -eq	24.7 kg CO <sub>2</sub> -eq	N.E	N.E
Mshelia y Onuigbo (2020)	N.E	2,578.47 t CO <sub>2</sub> eq	N.E	32,265.54 t CO <sub>2</sub> eq	30,126.34 t CO <sub>2</sub> eq
Yaman (2020)	Manejo de residuos sólidos = 5,573 t CO <sub>2</sub> e				

\*CO<sub>2</sub> equivalente = Es la combinación de los gases del efecto invernadero: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

\* N.E = No específica

Fuente: Elaboración Propia.

Por otro lado, en la tabla 3 se muestran los resultados de la emisión de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) que verifica el nivel de contaminación y producción de gases del efecto invernadero en el ambiente, comparando las técnicas de eliminación de residuos. Rizan, Bhutta et al. (2021, p.11) analiza la huella de carbono de residuos hospitalarios en tres hospitales del Reino Unido, obteniendo un nivel de CO<sub>2</sub> equivalente elevado para el proceso de incineración de alta temperatura, emitiendo 1,074 Kg de CO<sub>2</sub> eq. por cada tonelada de residuos. El mismo resultado fue encontrado por Megawati, Marsaulina et al. (2021, p.13024) para Indonesia con una concentración de 24.7 kg CO<sub>2</sub>-eq en el proceso de incineración. Ambos estudios concuerdan en que la incineración con previa desinfección y empleo de autoclave producen una baja emisión de CO<sub>2</sub> eq.

El estudio de Mshelia y Onuigbo (2020, p.12) analizó las emisiones de gases de los procesos de eliminación de los residuos sólidos, obteniendo que la incineración con autoclave añadida con recuperación de electricidad es la técnica más adecuada para la ciudad debido a produce solo 2,578.47 toneladas de CO<sub>2</sub> eq y además genera una reducción de 29.687,07 toneladas CO<sub>2</sub> e y reutiliza la energía. Estos hallazgos son similares con los de Honest, Manyele et al. (2020, p. 323) quienes discuten que la incineración a pesar de ser un método contaminante (CO<sub>2</sub>= 0.5 - 9,000 mg/m<sup>3</sup> y óxido de nitrógeno=411-620 mg/m<sup>3</sup>) en tres hospitales de Turquía, resulta eficiente cuando se realiza a una alta temperatura. En contraposición, Yaman (2020, p.6) investigó las emisiones de gases asociadas en la ciudad de Kocaeli en Turquía, demostrando que el manejo de los desechos biomédicos genera cantidades considerables de emisiones de GEI, alcanzando 5,573 toneladas CO<sub>2</sub> e. Además, muestra que la esterilización parece convertirse en un método de tratamiento seguro y rentable en comparación con la incineración, que puede liberar contaminantes atmosféricos peligrosos y GEI.

En este contexto, debido al debate que se genera en torno a la eficiencia y contaminación del proceso de incineración de residuos, es posible utilizar la huella de carbono (CO<sub>2</sub> equivalente) de los flujos de los desechos hospitalarios para derivar los factores de emisión ambiental y las concentraciones de diferentes opciones de eliminación de desechos (presentes y nuevas) y, de esa manera, encontrar el procesamiento óptimo de eliminación de los residuos sanitarios en el futuro, con el fin de mitigar la contaminación ambiental.

**Tabla 4. Contaminantes orgánicos**

AUTOR	Contaminantes orgánicos		
	Dioxinas	Furanos	PCB
Ma, Lin et al. (2020)	15.16 ng/nm <sup>3</sup>	28.9 ng/nm <sup>3</sup>	N.E
	5.46 ng/nm <sup>3</sup>	5.38 ng/nm <sup>3</sup>	N.E
	2.87 ng/nm <sup>3</sup>	5.32 ng/nm <sup>3</sup>	N.E
Güzel, Canli et al. (2020)	Aire = 0.00841 EQT/m <sup>3</sup>		0,05881 pg EQT/g
	Suelo = 0.12681 EQT/m <sup>3</sup>		0,4353 pg EQT/g
Arar, Alawi y Al-Mikhi (2019)	206–476 pg EQT/g		N.E
Akele y Tarekegn (2017)	Agua= 68.30 g de EQT/a		N.E
	Aire =34 g EQT/a		N.E
	Suelo =0.64 g EQT/a		N.E
Li, Liv et al. (2016)	0.031 y 3.463 ng I-EQT Nm <sup>3</sup>		N.E

PCB= Bifenilos policlorados

EQT= Concentración de equivalentes tóxicos

N.E = No específica

Fuente: elaboración Propia.

En la tabla 4, se muestran los principales contaminantes orgánicos presentes en el agua, aire y suelo con los procesos de eliminación de los residuos hospitalarios. Ma, Lin et al. (2020, p. 16385) analizaron los niveles de contaminación de un incinerador de desechos hospitalarios en Los Ángeles obteniendo una concentración de dioxinas de 15.16 ng/nm<sup>3</sup> y de furanos de 28.9 ng/ nm<sup>3</sup>. Sin embargo, con la utilización de dispositivos de control, se logró una reducción de dioxinas y furanos a 2.87 ng/nm<sup>3</sup> y 5.32 ng/nm<sup>3</sup>, respectivamente, lo que demuestra la importancia de su aplicación en las plantas de gestión de residuos hospitalarios. Estos resultados son similares a los de Li, Liv et al. (2016, p.4) en China, quienes encontraron un nivel entre 0.031 y 3.463 ng I-EQT Nm<sup>3</sup> en promedio en 12 incineradores de desechos de residuos hospitalarios.

Güzel, Canli et al. (2020, p.10) identificaron los niveles de concentración de equivalentes tóxicos (EQT) en muestras ambientales en Turquía obteniendo una combinación de dioxinas y furanos (PCDD/F) de 0.00841 EQT/m<sup>3</sup> para el aire y un nivel de 0.2681 EQT/m<sup>3</sup> en el suelo. Además de ello, encontraron un nivel de bifenilos policlorados (PCB) de 0.05881 pg EQT/g y 0.4353 pg EQT/g. Se consideró que la fuente de las concentraciones de PCDD/F y PCB en el suelo no solo se explica por las emisiones de las plantas de incineración de desechos, sino que pueden existir otras fuentes. Los resultados son similares a Akele y Tarekegn (2017, p.90) evaluaron de los niveles de emisión de dioxinas y furanos en Addis Abeba, Etiopía, encontrando que las actividades de eliminación de desechos hospitalarios registraron la mayor liberación de dioxinas y furanos al agua, con 68.30 g de EQT anual, seguido 34.00 g EQT/a al aire y 0.64 g EQT/a emitidos al suelo. Esto demuestra una alta concentración de equivalentes tóxicos.

En contraposición a los autores anteriores, Arar, Alawi y Al-Mikhi (2019, p.1313) evalúa el nivel de policlorodibenzo-p-dioxinas y policlorodibenzo-furanos tóxicos y cancerígenos en las cenizas de incineración de desechos en tres hospitales jordanos. Sus hallazgos mostraron una concentración de equivalentes tóxicos que osciló entre 206 y 476 picogramos por cada gramo de cenizas siendo los furanos los que alcanzaron un nivel de contaminación más alto, a pesar de ello, los valores se mantuvieron por debajo del valor límite de 10,000 pg EQT-I/g, lo que demuestra una menor contaminación comparado con Etiopía (Akele y Tarekegn, 2017, p.92)

Se muestra que los residuos de la incineración de desechos (cenizas) representan una grave amenaza para el medio ambiente mundial, ya que contienen grandes cantidades de contaminantes orgánicos persistentes producidos de forma no intencional, como las dioxinas y furanos que no solo contaminan el medio ambiente, sino que también pueden generar cáncer en las personas al ingresar en contacto con los alimentos de consumo humano.

## V. CONCLUSIONES

- La gestión de residuos sólidos hospitalarios es deficiente en la mayoría de países analizados de los continentes de África y Asia, debido a diferentes barreras que la afectan, siendo las principales, las barreras técnicas y las barreras humanas y de conocimiento, que se presentaron en el 88% de las investigaciones analizadas.
- El inadecuado proceso de segregación de los residuos hospitalarios es la principal barrera técnica presente en el 35% de los estudios. Esta situación dificulta el proceso de eliminación al no haber una separación de los objetos por categoría, lo que incrementa los costos de eliminación y pone en riesgo al personal de limpieza.
- Las principales barreras humanas y de conocimiento que impiden una gestión de residuos eficiente, son la falta de conciencia del personal sobre los riesgos que involucra el tratamiento de los residuos hospitalarios (32%) y la falta de capacitaciones (26%), lo que demuestra falta de responsabilidad de las autoridades de los centros de atención médica para capacitar al personal.
- La principal barrera económica y financiera que compromete la gestión de residuos son los recursos económicos insuficientes, analizados por el 63% de las investigaciones, que impiden cumplir con los parámetros de eficiencia y eficacia del proceso de disposición de residuos hospitalarios, el cual, requiere de los fondos suficientes para proveer de infraestructura, recursos materiales y humanos para su ejecución.
- La falta de políticas y de planificación de los hospitales es la principal barrera organizacional, presente en el 50% de las investigaciones. Esto demuestra la falta de criterio y liderazgo del personal directivo y administrativo de las instituciones hospitalarias, quienes no establecen los procesos en el tratamiento de los residuos.

- El inadecuado proceso de eliminación de residuos sólidos hospitalarios aumenta la contaminación ambiental, presentándose altas concentraciones de zinc, cromo y plomo; aumentando la huella de carbono y la presencia de dioxinas y furanos que causan una alteración en la composición de los suelos, contaminan las fuentes de agua cercanas a los vertederos y contaminan el aire con las partículas producto de la incineración de residuos.
- La gestión de residuos sólidos hospitalarios representa un gran desafío ambiental, sobre todo en los países con un nivel de ingresos bajos que tienen una mayor población que atender, mayores tasas de producción de residuos y no cuentan con el conocimiento y los recursos suficientes para implementar tecnologías de eliminación amigables con el medio ambiente.



## **VI. RECOMENDACIONES**

- La comunidad científica puede profundizar el estudio de las barreras técnicas, humanas y de conocimiento, económicas y organizacionales para un conjunto de países con fines de comparar y verificar si existen diferencias significativas por grupos de países y si las características sociodemográficas de los mismos influyen en la eficiencia de la gestión de residuos hospitalarios.
- Se deben realizar investigaciones que evalúen las consecuencias ambientales derivadas de una gestión ineficiente de los residuos hospitalarios dividiendo el análisis en tres categorías: consecuencias sobre el agua, sobre el aire y suelo, con el fin de identificar el componente ambiental más afectado y encontrar alternativas de solución.
- Se deben mitigar los efectos de la inadecuada gestión de residuos hospitalarios en el ambiente, para ello, los gobiernos deben instaurar nuevas tecnologías de eliminación que tengan un nivel reducido de emisión de contaminantes o mejorar los métodos ya existentes mediante el tratamiento de los gases de combustión.
- Los gobiernos deben procurar la gestión de los residuos hospitalarios como un tema de importancia mundial y efectuar acciones para mitigar sus consecuencias, principalmente a través de una mayor inversión en el sector salud para propiciar los recursos necesarios para la segregación, almacenamiento, transporte, eliminación y disposición final de los residuos.
- La comunidad científica puede enfocarse en el análisis de los métodos de eliminación de residuos hospitalarios que producen un menor porcentaje de contaminación ambiental y establecer propuestas de implementación económicas considerando los recursos deficientes que existen en los países menos desarrollados para adoptar tecnologías limpias de eliminación.

## VII. REFERENCIAS

AHSAN, Habid, SAYEDA, Nahar y TANJILA, Tazrin. Hospital Waste Management in Rajshahi City. AJIRSET [en línea]. 2016 , (1):14-20. [Fecha de consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Hospital-Waste-Management-in-Rajshahi-City-Habib-Nahar/0f98d5f49d8cf07a61827510c30607c2194a09b0>

AKELE, Ephrem y TAREKEGN, Maschal. Assessment of Dioxin and Furan Emission Levels and Management Practices in Addis Ababa, Ethiopia ., Journal of Health & Pollution [en línea]. 2017, 7 (15): 85-94. [Fecha de consulta: 17 de febrero del 2022]. Disponible en: 10.5696/2156-9614-7.15.85

ARAR, Sharif, ALAWI, Mahmoud y AL-MIKHI, Nisreen. Levels of PCDDs/PCDFs in waste incineration ash of some Jordanian hospitals using GC/MS.Toxin Reviews [en línea]. 2019, 40 (4): 1308-1317. [Fecha de consulta: 17 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15569543.2019.1692357>

ASPECTS Regarding the Pharmaceutical Waste Management in Romania por Simona Bungau [et al]. Sustentabilidad [en línea]. 2018, n° 10 (8). [Fecha de consulta: 23 de enero del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/su10082788>

ASSESSMENT of air pollutant emissions from healthcare waste incinerators of different design features por Anicetus Honest [et al]. African Journal of Environmental Science and Technology [en línea]. 2020, n° 10 (14): 312-328. [Fecha de consulta: 3 de febrero del 2022]. Disponible en 10.5897/AJEST2020.2882

ASSESSMENT of PCDD/F and dioxin-like PCB levels in environmental and food samples in the vicinity of IZAYDAS waste incinerator plant (WIP): from past to present por Baris Güzel [et al]. Environmental Science Pollution Research [en línea]. 2020: 1-13. [Fecha de consulta: 17 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07995-y>

A WHOLE Systems Approach to Hospital Waste Management in Rural Uganda por Stuart Kwikiriza [et al]. Public health education and promotion [en línea].

2019. [Fecha de consulta: 21 de enero del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00136>

CANIATO, Marco, TUDOR, Terry y VACCARI, Mentore. Assessment of health-care waste management in a humanitarian crisis: A case study of the Gaza Strip. *Waste Management* [en línea]. 2016; 1-11. [Fecha de consulta: 2 de febrero del 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.09.017>

CONCYTEC. 2019. *Código Nacional de la Integridad Científica*. s.l. : Consejo nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica, 2019.

CONTAMINATION and Source Identification of the Elemental Contents of Soil Samples from Municipal and Medical Waste Dumpsites in Ile-Ife, Nigeria. *Por Oyediran Owoade [et al]. International Journal of Environmentl Quality*. 2020, 40. [Fecha de consulta: 16 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.6092/issn.2281-4485/10599>

DERAMAN, Suriati, LOON, Khai y MUHAMAD, Puteri. Why hospital waste management is important to the environment?: A systematic literature review. *International [en línea]* 2021, n° 1 (11): 287-295. [Fecha de consulta: 20 de enero de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.15282/ijim.11.1.2021.5977>

DYNAMIC assessment of economic and environmental performance index and generation, composition, environmental and human health risks of hospital solid waste in developing countries: A state of the art of review por Monhsen Ansari [et al]. *Environmental International [en línea]*. 2019, 132: 2-18. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105073>

EFFECTIVE management of hospital and medical waste in rural areas of Pakistan: A case study por Anam Sadia [et al]. *Agrobiological Record [en línea]*. 2020, (2): 77-85. [Fecha de consulta: 10 de enero del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.47278/journal.abr/2020.018>

EMISSION characteristic of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans (PCDD/Fs) from medical waste incinerators (MWIs) in China in 2016: A comparison between higher emission levels of MWIs and lower emission levels of MWIs por Jiafu Li [et al]. *Environmental Pollution [en*

línea]. 2016, 30: 1-8. [Fecha de consulta: 11 de marzo del 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.009>

ENVIRONMENTAL Impact And Cost Analysis Of Solid Medical Waste Treatment In Hospitals por Setia Megawati [et al]. *Nat. Volatiles & Essent* [en línea]. 2021, n° 4 (8): 13018-13027. [Fecha de consulta: 18 de enero del 2022]. Disponible en <http://nveo.org/index.php/journal/article/view/2743/2350>

EVALUATION of barriers of health care waste management in India-A gray relational analysis approach por Suchismita Swain [et al]. [en línea]. 2017, 181-188. [Fecha de consulta: 1 de febrero del 2022]. Disponible en [https://doi.org/10.1007/978-981-10-3153-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-981-10-3153-3_18)

FIELD Study on the Emission Characteristics of Micro/Trace Pollutants and Their Correlations from Medical Waste Incineration por Yunfeng Ma [et al]. *Energy Fuels* [en línea]. 2020, (34): 16381-16388. [Fecha de consulta: 4 de febrero del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.0c03074>

HANGULU, Lydia y AKINTOLA, Olagoke. Health care waste management in community-based care: experiences of community health workers in low resource communities in South Africa. *BMC Public Health* [en línea]. 2017, n° 48 (17). [Fecha de consulta: 20 de febrero del 2022]. Disponible en: [10.1186/s12889-017-4378-5](https://doi.org/10.1186/s12889-017-4378-5)

HASSAN, Ahmed, TUDOR, Terry y VACCARI, Mentore. Healthcare Waste Management: A Case Study from Sudan. *Environments* [en línea]. 2018, n° 89 (5): 1-16. [Fecha de consulta: 4 de febrero del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/environments5080089>

HEAVY Metal Contamination of Soils around a Hospital Waste Incinerator Bottom Ash Dumps Site por M. Adama [et al]. *Journal of Environmental and Public Health* [en línea]. 2016. 2-6. [Fecha de consulta: 16 de enero del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2016/8926453>

HOSPITAL waste management: Execution in Pakistan and environmental concerns- A review por Shakira Mukhtar [et al]. *Environmental contaminants reviews* [en línea]. 2018, n° 1 (1): 18-23. [Fecha de consulta: 17 de enero del 2022]. Disponible en: <http://doi.org/10.26480/ecr.01.2018.18.23>

HOSPITAL waste management in developing countries: A mini review por Mustafa Ali [et al]. Waste management & Research [en línea]. 2017, n° 6 (35): 581-592. [Fecha de consulta: 19 de enero de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0734242X17691344>

IDENTIFYING sustainable solid waste management barriers in practice using the fuzzy Delphi method por Tat Bui [en línea]. Resources, Conservation and Recycling [en línea]. 2020: s.n (154): 2-14. [Fecha de consulta: 26 de enero de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104625>

IKHLAYEL, Mahdi. Indicators for establishing and assessing waste management systems in developing countries: A holistic approach to sustainability and business opportunities. Business Strategy & Development [en línea]. 2018; n°1 (1). [Fecha de consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1002/bsd2.7>

INADEQUACIES in Hospital Waste and Sewerage Management in Chattogram, Bangladesh: Exploring Environmental and Occupational Health Hazards por Batool Behnam [et al]. Sustainability [en línea]. 2020, n°21 (12): 2-21. [Fecha de consulta: 3 de febrero de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/su12219077>

GHIMIRE, H. y DHUNGANA, A. *A Critical Analysis on Hospital Waste Management at Bandipur Hospital, Bandipur, Tanahu District, Nepal*. Hospital Waste Management [en línea]. 2018, n°2 (11): 41-45. [Fecha de consulta: 2 febrero del 2022]. Disponible en [https://pdfs.semanticscholar.org/28c1/6ad3ade19bc667bfa18d05fe25a1c3ff7b52.pdf?\\_ga=2.181549860.2095966531.1644009069-1301804660.1644009069](https://pdfs.semanticscholar.org/28c1/6ad3ade19bc667bfa18d05fe25a1c3ff7b52.pdf?_ga=2.181549860.2095966531.1644009069-1301804660.1644009069)

GUNASEKARAN, Angappa, IRANÍ, Zahir y PAPADOPOULOS, Thanos. Modelling and analysis of sustainable operations management: Certain investigations for research and applications. Journal of the Operational Research Society [en línea]. 2014; (65): 806-823. [Fecha de consulta: 26 de enero de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1057/jors.2013.171>

KENNY, Christina y PRIYANDARSHINI, Anushree. Review of Current Healthcare Waste Management Methods and Their Effect on Global Health.

Healthcare [en línea]. 2021, 9 (3): 2-17. [Fecha de consulta: 19 de enero del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/healthcare9030284>

MANAGING barriers to recycling in the operating room. por Solomon Azouz [et al]. The American Journal of Surgery [en línea]. 2018, 1-14. [Fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [10.1016/j.amjsurg.2018.06.020](https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.06.020).

MANZOOR, Javid y SHARMA, Manoj. Impact of Biomedical Waste on Environment and Human Health. Environmental claima journal [en línea]. 2019: 1-24. [Fecha de consulta: 15 de enero del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1080/10406026.2019.1619265>

MASS Concentrations of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans Incinerator Fly Ash Particles por Guoxia Wei [et al]. Aerosol and air quality research [en línea]. 2016, 16 (7): 1569-1578. [Fecha de consulta: 10 de marzo del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.4209/aaqr.2016.01.0001>

MSHELIA, Richard y ONUIGBO, Michael. Simulation of Greenhouse Gases Emission from Different Solid Waste Management Practices in Gombe, Gombe State, Nigeria. Journal of Science and Technology [en línea]. 2020, 4: 9-14. [Fecha de consulta: 3 de febrero de 2022]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/347984462\\_Simulation\\_of\\_Greenhouse\\_Gases\\_Emission\\_from\\_Different\\_Solid\\_Waste\\_Management\\_Practices\\_in\\_Gombe\\_Gombe\\_State\\_Nigeria](https://www.researchgate.net/publication/347984462_Simulation_of_Greenhouse_Gases_Emission_from_Different_Solid_Waste_Management_Practices_in_Gombe_Gombe_State_Nigeria)

MUGABI, B, HATTING, S y CHIMA, S. *Assessing Knowledge, Attitudes, and Practices of Healthcare Workers Regarding Medical Waste Management at a Tertiary Hospital in Botswana: A Cross-Sectional Quantitative Study.*, Nigerian Journal of Clinical Practice [en línea]. 2018, 21 (12). [Fecha de consulta: 4 de febrero del 2022]. Disponible en [10.4103/njcp.njcp\\_270\\_17](https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_270_17)

NAUGHTON, C. Will the COVID-19 pandemic change waste generation and composition?: The need for more real-time waste management data and systems thinking. Resources, conservation and recycling [en línea]. 2020, (162): 1-3 [Fecha de consulta: 9 de enero del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105050>

OMS. 2018. Desechos de las actividades de atención sanitaria. Organización Mundial de la Salud sitio oficial. [en línea] 8 de Febrero de 2018. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>.

ONU para el medio ambiente. 2018. Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe. Panamá : Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe, 2018.

RAMESH, Vikas. Healthcare waste management: an interpretive structural modeling approach. *International journal of health care quality assurance* [en línea]. 2016, 29 (5): 559-581. [Fecha de consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en 10.1108/IJHCQA-02-2016-0010

SOLID waste management practice in Obafemi Awolowo University Teaching Hospital Complex (OAUTHC), Ile-Ife, Nigeria por Adeniyi, Afolabi [et al]. *Management of environmental quality* [en línea]. 2018, 29 (3): 547-571. [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/MEQ-04-2017-0036>

STANLEY, H y EGBE, V. Impact of Hospital Waste from the University of Port Harcourt Teaching Hospital on the Environment. *South Asian Journal Research in Microbiology* [en línea]. 2020, 4 (6): 1-7. [Fecha de consulta: 9 de marzo de 2022]. Disponible en: 10.9734/sajrm/2020/v6i430154

SUSTAINABLE waste management of medical waste in African developing countries: A narrative review por Jade Chisholm [et al]. *Journalism* [en línea]. 2021, 9 (39): 401-416. [Fecha de consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0734242X211029175>

TESHIWAL, Yazie, MEKONNEB, Tebeje y CHUFA, Kasawm. Current Status of Healthcare Waste Management and Potential Challenges in Ethiopia: A Systematic Review. Etiopía. *BMC Res. Notas* [en línea]. 2019, 285 (s.n). [Fecha de consulta: 17 de enero de 2022]. Disponible en: [doi:https://doi.org/10.1186/s13104-019-4316-y](https://doi.org/10.1186/s13104-019-4316-y)

THE carbon footprint of waste streams in a UK hospital por Chantelle Rizan [et al]. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 2021, (286). [Fecha de consulta: 3 de febrero de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125446>

THE future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper por Behzad Esmailian [et al]. Waste management [en línea]. 2018; 177-195. [Fecha de consulta: 26 de enero de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.047>

UCV. Código de ética en investigación. Universidad César Vallejo. Trujillo: Perú, 2020.

WASTE management barriers in developing country hospitals: Case study and AHP analysis por Diego Delmonico [et al]. Waste Management & Research [en línea]. 2017, 36 (1). 48-58. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1177/0734242X17739972>

WHEN sustainable development matters in Health Care Supply Chain: An analysis of influential factors of waste management por Sasanka Mishra [et al] 2018. Indian Journal of Public Health Research & Development [en línea]. 2018, 9 (2): 230-236. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/330251300\\_When\\_sustainable\\_development\\_matters\\_in\\_health\\_care\\_supply\\_chain\\_An\\_analysis\\_of\\_influential\\_factors\\_of\\_waste\\_management](https://www.researchgate.net/publication/330251300_When_sustainable_development_matters_in_health_care_supply_chain_An_analysis_of_influential_factors_of_waste_management)

YAMAN, Cevat. Application of Sterilization Process for Inactivation of Bacillus Stearothermophilus in Biomedical Waste and Associated Greenhouse Gas Emissions. Applied Sciences [en línea]. 2020, (10). [Fecha de consulta: 2 de febrero del 2022]. Disponible en: [10.3390/app10155056](https://doi.org/10.3390/app10155056)

YUKALA, Nachalida, CLARKE, Beverly y ROSS, Kirstin. Barriers to Effective Municipal Solid Waste Management in a Rapidly Urbanizing Area in Thailand. Int. J. Environ Res. Public Health [en línea]. 2017; 14 (9). [Fecha de consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: [doi:https://doi.org/10.3390/ijerph14091013](https://doi.org/10.3390/ijerph14091013)

ZIRABA, Abdhahah, HAREGU, Tilahun y MBERU, Blessing. A review and framework for understanding the potential impact of poor solid waste management on health in developing countries. Arch Public Health [en línea]. 2016; 74 (55). [Fecha de consulta: 19 de enero de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13690-016-0166-4>







## Anexo 2. Revisión de artículos científicos

**Tabla 5.** Artículos sobre barreras en la gestión de residuos sólidos hospitalarios

AUTOR Y AÑO	TÍTULO	OBJETIVO	BARRERAS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS				CONCLUSIÓN
			Técnicas	Financieras y económicas	Organizacionales y legales	Humanas y de conocimiento	
Behnam, Oishi et al. 2020	Inadequacies in Hospital Waste and Sewerage Management in Chattogram, Bangladesh: Exploring Environmental and Occupational Health Hazards	Evaluar el conocimiento, la actitud y la práctica (KAP) de médicos y enfermeras en un hospital público y privado en la ciudad de Chattogram, Bangladesh	Gestión inadecuada en el almacenamiento temporal dentro de los hospitales	No especifica	No especifica	Brechas en el conocimiento sobre gestión de residuos hospitalarios entre médicos de hospitales públicos y privados, por falta de capacitaciones en hospitales privados.	Se realiza una eliminación insegura de los desechos hospitalarios colocándolos a cielo abierto junto a los desechos municipales, lo que genera riesgos para la salud de la población
Bui, Ming et al 2020	Identifying sustainable solid waste management barriers in practice using the fuzzy Delphi method	Identificar las barreras para la gestión eficiente de los residuos sólidos en Vietnam.	Aumento de la generación de desechos domésticos peligrosos; inadecuada arquitectura y falta de un proceso estándar para la recopilación y el análisis de datos	Fondos insuficientes para la investigación de gestión de residuos	No especifica	Falta de capacidad del personal	La gestión de residuos en Vietnam es deficiente y requiere la participación del gobierno para mitigar las barreras encontradas

Akni y Chaid 2020	Hospital waste: effects on public health and environment	Evaluar la gestión de residuos en los hospitales de Jijel and Mila	Almacenamiento, tratamiento, movimiento y disposición inadecuadas	Asignación de recursos financieros insuficientes	Marco institucional y legal inadecuado; Mecanismos de regulación fragmentados, medios de vigilancia y seguimiento limitados	No especifica	La gestión de residuos de las actividades asistenciales no está organizada, estructurada ni asegurada principalmente por el bajo ejercicio del poder público
Kwikiriza, Stewart et al. (2019)	A whole systems approach to hospital waste management in rural Uganda	Evaluar la gestión de desechos hospitalarios en las zonas rurales de Uganda	Deficiente segregación y transporte, que aumentaron la cantidad de RH	Aumento de los costos de eliminación de desechos por una mala segregación	No especifica	Conciencia limitada del personal sobre los riesgos involucrados en sus funciones.	La gestión de desechos estuvo generalmente por debajo de los estándares requeridos por la OMS. Esto expone a las personas y al entorno en general
Azous, Boyll et al. (2018)	Managing Barriers to Recycling in the Operating Room	Identificar las barreras para el reciclaje en quirófanos e implementar un programa educativo de mejora del reciclaje.	El manejo inadecuado de los materiales contaminados; falta de contenedores	No especifica	No especifica	Falta de conocimiento sobre los artículos de quirófano reciclables	La mayor barrera para el reciclaje en el quirófano era la falta de conocimiento de los materiales reciclables
Hassan, Tudor y Vaccari (2018)	Healthcare Waste Management: A Case Study from Sudan	Analizar la gestión de residuos sanitarios en Sudán	Falta de segregación de residuos, Infraestructura inadecuada, falta de tratamiento de los residuos	No especifica	Falta de políticas, falta de planificación	La falta de conciencia sobre la naturaleza peligrosa de este tipo de residuos; la capacitación inadecuada	La gestión ineficaz de los residuos sanitarios, puede poner en riesgo la salud pública y el medio ambiente, en particular los

							trabajadores de residuos.
Minshra, Muduli et al. (2018)	When Sustainable Development Matters in Health Care Supply Chain: An analysis of Influential Factors of Waste Management	Analizar los factores que influyen en la gestión de residuos sanitarios	No especifica	No especifica	Falta de una política de adquisiciones ecológicas.	Falta de programas de capacitación; falta de concientización del personal	Los programas de capacitación son importantes para el éxito de la gestión de residuos, ya que no existe una concientización del personal
Ghimire y Dhungana (2018)	A Critical Analysis on Hospital Waste Management at Bandipur Hospital, Bandipur, Tanahu District, Nepal	Analizar críticamente el sistema actual de gestión de desechos en el Hospital Bandipur, distrito de Tanahu, Nepal.	No especifica	Falta de una asignación presupuestaria destinada al proceso de gestión	No especifica	Falta de interés del personal involucrado (médicos, enfermeras y población local)	La separación y eliminación adecuadas de los desechos biodegradables y no biodegradables, infecciosos y no infecciosos es importante para evitar los peligros para la salud y la contaminación del ambiente
Afolabi, Agbabiaka et al. (2018)	Solid waste management practice in Obafemi Awolowo University Teaching Hospital Complex	Examinar la práctica de gestión de residuos sólidos en el Complejo Hospitalario Docente de la Universidad	Instalaciones en mal estado; Almacenamiento deficiente; Aumento del número de pacientes; Falta de transporte	No especifica	No especifica	Recursos humanos y materiales	Los sistemas de gestión de residuos no son efectivos y no se siguen los estándares de la OMS

	(OAUTHC), Ile-Ife, Nigeria	Obafemi Awolowo en Nigeria					
Mugabi, Hattingh y Chima (2018)	Assessing Knowledge, Attitudes, and Practices of Healthcare Workers Regarding Medical Waste Management at a Tertiary Hospital in Botswana: A Cross-Sectional Quantitative Study	Investigar el conocimiento, las actitudes y las prácticas de médicos, enfermeras, técnicos de laboratorio y personal de limpieza con respecto a la gestión de residuos en un hospital terciario en Gaborone, Botswana.	Fallas en la segregación de los residuos (No hay una separación por colores) que dificultan su tratamiento	No especifica	No especifica	Falta de conocimiento y capacitación; Despreocupación de las enfermeras por la correcta gestión de los desechos	La práctica de residuos hospitalarios está por encima del promedio, aunque se requieren mejoras en el acceso a los puntos de eliminación de desechos y la disponibilidad de equipo de protección personal
Tabrizi, Rezapour et al. (2018)	Medical Waste management in Community Health Centers	Revisó los estándares de gestión de desechos médicos en los centros de salud comunitarios en Tabris, Irán.	Falta de separación de desechos; Ciclo inapropiado de recolección y eliminación	No especifica	Incumplimiento de los parámetros de seguridad que aún no están claros, ni establecidos	No especifica	La gestión de desechos médicos no se encuentra en una situación eficiente, lo que puede predisponer a la incidencia de los riesgos derivados de los desechos médicos

Delmonico, De Santos et al. (2017)	Waste management barriers in developing country hospitals: Case study and AHP analysis	Investigar las barreras en la gestión de residuos sanitarios y su relevancia en dos hospitales brasileños	Falta de autoclaves para la eliminación de desechos	El costo del proceso de gestión	Falta de directrices de gestión	Falta de conciencia de los empleados sobre la separación de residuos; Personal insuficiente	El costo y la conciencia de los empleados fueron las barreras más importantes que impiden una gestión de residuos más sostenible
Swain, Muduli et al. (2017)	Evaluation of Barriers of Health Care Waste Management in India—A Gray Relational Analysis Approach	Evaluar las barreras de la gestión de desechos de atención médica en la India	Prácticas de segregación deficientes; Reutilización no autorizada de desechos de atención médica.	Restricciones financieras	Menor priorización de los temas de gestión de residuos en las políticas de las unidades de salud	Conciencia y capacitación inadecuadas; Falta de responsabilidad de las autoridades de los centros de atención médica; Renuencia al cambio y adopción.	La reutilización no autorizada de desechos de atención médica y la implementación de prácticas de segregación deficientes, son clasificadas como las dos barreras más importantes
Hangulu y Akintola 2017	Health care waste management in community-based care: experiences of community health workers in low resource communities in South Africa	Evaluar la gestión de residuos sanitarios en establecimientos de atención comunitarios	Las malas condiciones de los baños comunales y letrinas de pozo (Déficits de Infraestructura)		La recolección irregular de desechos por parte de los recolectores de desechos	La falta de asistencia de los miembros de la familia para ayudar a los pacientes a eliminar residuos	Las políticas actuales de gestión, no han incluido a las comunidades de bajos recursos que emplean establecimiento de atención primaria, donde el principal desafío es el déficit de infraestructura.

<p>Caniato, Tudor y Vaccari (2016)</p>	<p>Assessment of health-care waste management in a humanitarian crisis: A case study of the Gaza Strip</p>	<p>Evaluación de la gestión de desechos sanitarios en la Franja de Gaza, Israel</p>	<p>Segregación limitada de desechos peligrosos y no peligrosos; Instalaciones de tratamiento que no eran aptos para su propósito</p>	<p>Escasez de recursos para la mejora de la gestión de residuos sanitarios</p>	<p>Falta de definiciones y regulaciones claras; Coordinación limitada entre las partes interesadas clave</p>	<p>Oportunidades de capacitación limitadas</p>	<p>Los desafíos identificados plantearon riesgos significativos para los pacientes, el personal y la comunidad en general, pues ejercieron presión sobre la disponibilidad de recursos para brindar servicios efectivos</p>
<p>Takur y Anbanandam (2016)</p>	<p>Healthcare waste management: an interpretive structural modeling approach</p>	<p>Identificar las barreras importantes que obstaculizan la gestión de residuos sanitarios (HCWM) de la India</p>	<p>Prácticas ineficaces de residuos sanitarios; La segregación inadecuada conduce a desechos infecciosos adicionales</p>	<p>Costos extras por un manejo de residuos</p>		<p>Mala selección del personal encargado de la gestión de residuos en la modalidad de subcontratación</p>	<p>El personal es el actor principal en el proceso de gestión, por ende, la mala selección de este puede un obstáculo importante para el tratamiento de los desechos infecciosos.</p>

Elaboración Propia



**Tabla 6.** Artículos sobre las consecuencias ambientales de la gestión inadecuada de residuos hospitalarios

AUTOR Y AÑO	TÍTULO	OBJETIVO	CONSECUENCIAS AMBIENTALES			CONCLUSIONES
			Presencia de metales pesados	Producción de GEI	Contaminantes orgánicos	
Rizan, Bhutta et al. (2021)	The carbon footprint of waste streams in a UK hospita	Estimar y comparar la huella de carbono de los flujos de residuos hospitalarios en tres hospitales del Reino Unido	No especifica	Encuentra un nivel de CO <sub>2</sub> equivalente (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O) diferente, según el método de eliminación de residuos	No especifica	Es posible utilizar la huella de carbono de los flujos de desechos hospitalarios para derivar factores de emisión para opciones específicas de eliminación de desechos y encontrar el procesamiento óptimo de los residuos sanitarios en el futuro.
				Incineración a baja T° con energía procedente de los residuos = 172–249 Kg CO <sub>2</sub> -eq. por ton.		
				Incineración a baja T° con descontaminación previa en autoclave = 569 Kg CO <sub>2</sub> e/ t		
				Incineración a alta T° = 1074 Kg CO <sub>2</sub> e/ t		

Megawati, Marsaulina et al. (2021)	Environmental Impact And Cost Analysis Of Solid Medical Waste Treatment In Hospitals	Analizar el impacto ambiental y los costos de los tipos de tratamientos de residuos hospitalarios	No especifica	Proceso de desinfección =5,4 kg CO <sub>2</sub> -eq. Autoclave= 20,7kg CO <sub>2</sub> -eq. Incineración=24,7 kgCO <sub>2</sub> -eq	No especifica	La categoría más alta es incinerador, una categoría pequeña de tratamiento de residuos con desinfección, y la categoría de muy pequeño impacto en el medio ambiente es el tratamiento de residuos con autoclave. de desinfección química.
Honest, Manyele et al. (2020)	Assessment of air pollutant emissions from healthcare waste incinerators of different design features	Evaluar los niveles de emisiones gaseosas de cuatro incineradores de desechos sanitarios diferentes en tres hospitales regionales y un hospital nacional en Dar es Salaam, Tanzania.	No especifica	<b>Concentración de gases</b> CO <sub>2</sub> = 0.5 -9,000 mg/m <sup>3</sup> Óxidos de nitrógeno (NOx) =411 - 620 mg/m <sup>3</sup> Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )= 0.5-2,300 mg/m <sup>3</sup>	No especifica	La mayoría de los incineradores funcionan y emiten contaminantes por encima de los estándares recomendados por la EPA. Para abordar el problema de la emisión de gases tóxicos, se deben establecer nuevos estándares y recomendar tecnologías más respetuosas con el medio ambiente.
Ma, Lin et al. (2020)	Field Study on the Emission Characteristics of Micro/Trace Pollutants and Their Correlations from Medical	Analiza un incinerador de desechos médicos (MWI) a gran escala (1,25 t/h), con el fin de reducir la contaminación del aire a través de dispositivos de	Hg = 0.0203 mg/Nm <sup>3</sup> ; 0.0145 y 0.0318 Cd= 0.0262 mg/Nm <sup>3</sup> ; 9.94 y 9.98 Pb=0.51 mg/Nm <sup>3</sup> ; 0.0226 y 0.0282 As=0.041 mg/Nm <sup>3</sup> ; 0.00483 y 0.00259	No especifica	Dioxinas 15.16 Ng/Nm <sup>3</sup> ; 5.46 Ng/Nm <sup>3</sup> ; 2.87 Ng/Nm <sup>3</sup>  Furanos 28.9 Ng/Nm <sup>3</sup> ; 5.38 Ng/Nm <sup>3</sup> ; 5.32 Ng/Nm <sup>3</sup>	El sistema APCD reduce efectivamente la concentración de PCDD/F a 5,32 ng/Nm <sup>3</sup> (0,07 ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup> para PCDD/F tóxico) con una eficiencia de eliminación del 87,95 % .(90,86 % para PCDD/F tóxico).Los resultados

	Waste Incineration	control. Toma tres escenarios para el análisis	Ni=0.329 mg/Nm <sup>3</sup> ; 0.0178 y 0.00926 Cr= 0.346 mg/Nm <sup>3</sup> ; 0.0536 y 0.0188 Cu=1.58 mg/Nm <sup>3</sup> ; 0.0297 y 0.00284			pueden beneficiar el control de las emisiones de PCDD/F y metales pesados de MWI y brindar orientación a las otras plantas de MWI.
Mshelia y Onuigbo (2020)	Simulation of Greenhouse Gases Emission from Different Solid Waste Management Practices in Gombe, Gombe State, Nigeria	Analizar y simular la emisión de GEI de los 5 procesos gestión de residuos comúnmente practicados para determinar cuál emite la menor cantidad de GEI	No especifica	Vertedero=32,265.54 ton. CO <sub>2</sub> eq Quema cielo abierto = 30,126.34 t CO <sub>2</sub> eq Compostaje =24.418,78 t CO <sub>2</sub> eq Incineración con electricidad = 2,578.47 t CO <sub>2</sub> eq Digestión anaerobia =1,141.13 t CO <sub>2</sub> eq	No especifica	A pesar de que la digestión anaerobia es la que menos GEI emite, la incineración con recuperación de electricidad es la técnica más adecuada para la ciudad debido a una reducción de 29.687,07 t CO <sub>2</sub> e y reutilización de la energía
Güzel, Canli et al. (2020)	Assessment of PCDD/F and dioxin-like PCB levels in environmental and food samples in the vicinity of IZAYDAS waste incinerator plant (WIP): from past to present	Determinar los niveles generales de fondo de PCDD/F y dl-PCB en muestras ambientales (aire ambiental y suelo) y alimentos en cuatro sitios de muestreo en las cercanías de IZAYDAS WIP Turquía y sus posibles riesgos para la salud.	No especifica	No especifica	Furanos Aire =0,00841 EQT-l/m <sup>3</sup> Suelo = 0,12681  PCB Aire = 0,05881 Suelo = 0,4353 pg. EQT/g	Se consideró que la fuente de las concentraciones de PCDD/F y dl-PCB en el suelo no son solo las emisiones de las plantas, sino que pueden existir otras fuentes.

Yaman (2020)	Application of Sterilization Process for Inactivation of Bacillus Stearotherophilus in Biomedical Waste and Associated Greenhouse Gas Emissions	Se investigaron las actividades de recolección, transporte y tratamiento de desechos biomédicos; así como las emisiones de gases asociadas en la ciudad de Kocaeli, Turquía	No especifica	5,573 ton. CO <sub>2</sub> equivalente en el proceso de manejo de los desechos hospitalarios	No especifica	El manejo de los desechos biomédicos genera cantidades considerables de emisiones de GEI. El proceso de esterilización parece ser un método de tratamiento seguro y rentable en comparación con la incineración, que puede liberar contaminantes atmosféricos peligrosos
Stanley y Egbe (2020)	Impact of Hospital Waste from the University of Port Harcourt Teaching Hospital on the Environment	Determinar el impacto de los desechos hospitalarios vertidos indiscriminadamente en vertederos expuestos dentro del Hospital Docente de la Universidad de Port Harcourt.	Cromo = 20-45 mg/Kg Plomo = 5-12 mg/kg; NO <sub>3</sub> =9-13 mg/kg; Arsénico 0.5-5 mg/kg. Cadmio =0-5 mg/kg	No especifica	No especifica	La carga de metales pesados (Pb, Cr, As, Cd y Cr) así como el nivel de nitrato del suelo de los vertederos del hospital eran más altos que los del suelo prístino. Los residuos de productos químicos y metales pesados que quedan en el medio ambiente pueden tener efectos en el ecosistema natural y posiblemente contaminar las fuentes de agua cercanas
Manzoor y Sharma (2019)	Impact of Biomedical Waste on Environment and Human Health	Evaluar el impacto de los residuos biomédicos sobre el medio ambiente y la salud	Zinc = 1,133 mg/kg Níquel = 26,3 mg/kg Cobre=110 mg/kg	No especifica	No especifica	Los desechos biomédicos han causado desafíos para mantener la calidad del agua, el aire y el suelo. Los métodos de

			Plomo = 137 mg/kg Cromo = 3.63 mg/kg			tratamiento y eliminación son inadecuados.
Arar, Alawi y Al-Mikhi (2019)	Levels of PCDDs/PCDFs in waste incineration ash of some Jordanian hospitals using GC/MS	Evaluar los policlorodibenzo-p-dioxinas (PCDD) y policlorodibenzofuranos (PCDF) tóxicos y cancerígenos en cenizas de incineración de desechos en tres hospitales jordanos	No especifica	No especifica	Las concentraciones de PCDD/Fs como variaron en el rango de 1.99 y 7.52 ng/g, lo que equivale a 206–476 pg EQT-l/g con un valor promedio de 306 pg EQT-l/g y se encontró que eran más bajas que el valor límite (10 000 pg EQT-l/g)	Los residuos de la incineración de desechos representan una grave amenaza para el medio ambiente local y mundial, ya que contienen grandes cantidades de contaminantes orgánicos persistentes (POP) producidos de forma no intencional. Los furanos constituyeron una porción mayor de la contaminación en comparación con los PCDD.
Akele y Tarekegn (2017)	Assessment of Dioxin and Furan Emission Levels and Management Practices in Addis Ababa, Ethiopia	Evaluación de los niveles de emisión de dioxinas y furanos y prácticas de gestión en Addis Abeba, Etiopía	No especifica	No especifica	Las actividades de eliminación de desechos registraron la mayor liberación de dioxinas y furanos, con 68.30 g de EQT/a de dioxinas y furanos al agua y residuos, 34.00 g EQT/a al aire y 0.64 g EQT/a emitidos al suelo	Los servicios de eliminación de desechos son especialmente inadecuados y generan mayores cantidades de dioxinas y gases furanos. Además, las organizaciones responsables de la liberación de dioxinas y furanos no tienen conocimiento de su liberación y prácticas de gestión inadecuadas.

<p>Li, Lv et al. (2016)</p>	<p>Emission characteristic of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans (PCDD/Fs) from medical waste incinerators (MWIs) in China in 2016: A comparison between higher emission levels of MWIs and lower emission levels of MWIs</p>	<p>Característica de emisión de dibenzo-p-dioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/Fs) de 12 incineradores de desechos médicos (MWI) que tienen una capacidad anual total de 523 440 toneladas de desechos médicos</p>	<p>No especifica</p>	<p>No especifica</p>	<p>Las concentraciones totales y EQT de PCDD/F en el gas de chimenea de fueron 0.516 e 122.803 ng/Nm<sup>3</sup> y 0.031 e 3.463 ng I-EQT Nm<sup>3</sup>, respectivamente. Los factores de emisión de PCDD/F de MWI oscilaron entre 32.7 y 4900 ng I-TEQ ton<sup>-1</sup> con una media de 1923.6 ng I-TEQ ton.</p>	
<p>Adama, Esena et al. (2016)</p>	<p>Heavy Metal Contamination of Soils around a Hospital Waste Incinerator Bottom Ash Dumps Site</p>	<p>Analizar la contaminación por metales pesados de los suelos alrededor de un vertedero de cenizas de fondo de un incinerador de desechos hospitalarios</p>	<p>Zn =16417.69 Pb = 143.80 Cr = 99.30 Cd = 7,54</p>	<p>No especifica</p>	<p>No especifica</p>	<p>En orden descendente de concentración, se encontró que Zn &gt; Pb &gt; Cr &gt; Ag &gt; Cd &gt; Hg y estaban por encima de los límites permitidos por la USEPA para la eliminación segura en un vertedero. Asimismo, los suelos ubicados a 60 m también estaban contaminados por metales</p>

Wei, Liu et al. (2016)	Mass Concentrations of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans (PCDD/Fs) and Heavy Metals in Different Size Fractions of Hospital Solid Waste Incinerator Fly Ash Particles	Identificar las dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/Fs) y metales pesados en fracciones de diferentes tamaños de partículas de cenizas volantes de incineradores de residuos sólidos hospitalarios	Zinc= 4400-5500 mg/kg en diferentes tamaños de partículas.  Plomo=800-1500 mg/kg  Cobre=800-1100 mg/kg	No especifica	La concentración total de PCDD/F en cenizas volantes fue de 78,8 ng/g-1, equivalente a 5,61 ng-TEQ.  La concentración de PCDD/F de las cenizas volantes pasó de 42,50 ng g-1 a 103,29 ng g-1, con el aumento del tamaño de las partículas	Los metales pesados Pb, Zn y Cu predominantemente tenían una mayor concentración en las cenizas volantes, seguidos por Cd y Cr.
------------------------	---	---	--	---------------	---	---

Elaboración Propia