

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2024-24>

# PREVENCIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN RELLENOS SANITARIOS DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

**Abbate Lacourly, Alejandro Agustín**

Universidad Nacional del Litoral

Santa Fe, Argentina

Aleabbate1@yahoo.com.ar

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4506-5158>

## RESUMEN

Los rellenos sanitarios son infraestructuras ambientales que conllevan diversos riesgos ocupacionales hacia los trabajadores y ambientales hacia la comunidad, entre los cuales se destaca el peligro de incendio, que libera partículas y dioxinas al aire y son emisiones que además de los impactos para la salud humana, también contribuyen al cambio climático global y regional. El objetivo del trabajo fue identificar medidas de prevención y control de riesgos de incendios en los reglamentos de rellenos sanitarios, a través de un análisis comparativo entre los países de América Latina y El Caribe, donde se identificaron aspectos de evaluación, tanto de ingeniería como operacionales que permitan minimizar el riesgo. Como resultados se identificaron veinte países con documentos específicos y se determinó como consideraciones comunes que en un 75 % de los casos se exige el control de incendios. Como principales medidas de prevención sobre situaciones que pueden incidir en el inicio de un incendio, el 85 % de los países hace énfasis al control de las concentraciones de metano en el biogás generado, un 95 % exige la cobertura diaria de residuos y un 75 % la aplicación de métodos adecuados de compactación. Se concluyó que el control de incendio en los rellenos sanitarios es abordado en la mayoría de los reglamentos y la existencia de residuos sólidos en estos sitios, por las características combustibles y por las cantidades diarias que operan, son variables críticas para considerar en materia de prevención, para evitar un incendio y su impacto ambiental en la comunidad.

**Palabras clave:** ambiental, incendio, relleno sanitario, residuos, riesgo.

## ABSTRACT

Landfills are environmental infrastructures that entail various occupational risks for workers and environmental risks for the community, among which the danger of fire stands out, which releases particles and dioxins into the air and are emissions that, in addition to the impacts on human health, They also contribute to global and regional climate change. The objective of the work was to identify fire risk prevention and control measures in landfill regulations, through a comparative analysis between the countries of Latin America and the Caribbean, where evaluation aspects, both engineering and operational, were identified. that allow minimizing the risk. As a result, twenty countries with specific documents were identified and it was determined as common considerations that fire control is required in 75% of cases. As the main prevention measures for situations that may lead to the start of a fire, 85% of countries emphasize the control of methane concentrations in the biogas generated, 95% require daily coverage of waste and 75% the application of appropriate compaction methods. It was concluded that fire control in landfills is addressed in most regulations and the existence of solid waste in these sites, due to their combustible characteristics and the daily quantities they operate, are critical variables to consider in terms of prevention, to avoid a fire and its environmental impact on the community.

**Keywords:** environmental, fire, landfill, waste, risk.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente solo el 46 % de los residuos sólidos urbanos generados en los países de América Latina y el Caribe (ALC) recibe una disposición final controlada en rellenos sanitarios (BID, 2023). La disposición segura y confiable de los residuos sólidos es un componente importante de la gestión integral de residuos. Entre los métodos más conocidos para disponer los residuos sólidos, se consideran actualmente a los rellenos sanitarios como la mejor solución técnica, económica y ambiental (Rondón Toro y Col, 2016). Estas infraestructuras ambientales se caracterizan por sus importantes dimensiones y operaciones que requieren diferentes instalaciones, maquinarias y equipamientos que pueden conllevar diversos riesgos ocupacionales hacia los trabajadores y producir accidentes laborales y siniestros con efectos en su salud. Entre ellos, se destaca el peligro de incendio dada las características de los materiales y residuos que se manipulan y con alto poder calorífico, lo cual se debe gestionar a través de planes y procedimientos de prevención, exigido por los reglamentos existentes. Sin embargo, las contingencias en los rellenos sanitarios se describen, principalmente, a través de afectaciones al entorno, sea mediante incendios, migraciones o deslizamientos (Szanto Narea, 2021).

Como justificación y relevancia del trabajo, se debe considerar que los vertederos abiertos tienen mayores riesgos de sufrir incendios espontáneos (tanto superficiales como subterráneos) porque una mayor parte de los residuos están expuestos al oxígeno (EPA, 2020) y los incendios en rellenos sanitarios liberan partículas y dioxinas al aire que, además de los impactos para la salud humana, estas emisiones también contribuyen al cambio climático global y regional (EPA, 2020), siendo este el objeto de estudio abordado. Además, la basura tiene una mezcla de elementos domésticos, comerciales, industriales y materia inerte en proporciones indeterminadas y cada uno de estos elementos, tendrá un grado diferente de descomposición y por lo tanto, una capacidad diferente de producción de gases de efecto invernadero (GEI) (Pinzón Uribe y Sotelo Rojas, 2020).

En tal sentido, en los últimos años han sido numerosos los siniestros ocurridos en los rellenos sanitarios más importante de la región, principalmente incendios de diversa magnitud, derrumbes y deslizamientos de residuos. Por lo tanto, surge como pregunta de investigación ¿cuáles son las principales medidas de prevención de riesgos de incendios y su impacto ambiental en los rellenos sanitarios de ALC?.

El objetivo general del trabajo fue identificar las principales medidas de prevención del riesgo de incendios y su impacto ambiental en los rellenos sanitarios de ALC. Para ello, se realizó un análisis comparativo entre los países de ALC, sobre la información técnica y consideraciones contempladas en los reglamentos de rellenos sanitarios, en materia de prevención de incendios y que permitan minimizar la ocurrencia de estos siniestros.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

Se debe tener presente que en cualquier vertedero de residuos sólidos existen grandes cantidades de materiales de diversas características que pueden promover el desarrollo de incendios que, la mayoría de las veces, son difíciles de controlar (Sánchez Gómez, 2021). Los materiales que se depositan en vertederos pueden ser la fuente de incendios y residuos tanto superficiales como subterráneos (ISWA, 2019). Los incendios en los vertederos pueden causar daños graves a su infraestructura, además de poner en riesgo la salud y la integridad física del personal que allí trabaja, tanto por el fuego producido como por la radiación resultante y las emisiones generadas de monóxido de carbono que pueden ser muy agresivas cuando no son controladas en poco tiempo. Los sistemas de disposición de residuos sólidos son una fuente importante de GEI, causantes del cambio climático (Pinzón Uribe, 2019) y en consecuencia, pueden generar problemas significativos en términos de salud, ambientales, económicos e inquietud social (Sánchez Gómez, 2021).

El observar al relleno sanitario como una estructura generadora de GEI no dimensiona la realidad del problema, si se mira desde el punto de vista local, pero si se analiza la existencia de varios de estos a nivel regional y se magnifica la operación, tanto legal como ilegal de un gran número de ellos a nivel nacional, se puede tener una idea del potencial de contaminante que es vertido y de los efectos o injerencia de estos sobre el cambio climático (Pinzón Uribe y Sotelo Rojas, 2020).

El incendio es uno de los riesgos más graves que enfrentará un vertedero a lo largo de su vida. Los incendios son comunes en los vertederos, pero los incendios graves son relativamente poco frecuente en vertederos bien gestionados (ISWA, 2019). Por ello, el control operacional adecuado es la mejor posibilidad de reducir las contingencias e impactos a un mínimo riesgo (Szanto Narea, 2021).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo desarrollado fue del tipo documental a través de una revisión bibliográfica y con un alcance de la investigación descriptiva. En el presente estudio no se reportan investigaciones realizadas sobre este problema en campo, así como tampoco observaciones y consultas a operarios en el sitio donde se producen estos eventos. En primer lugar, se realizó la búsqueda de reglamentos técnicos a través de las páginas institucionales de organismos estatales nacionales, efectuando un recopilatorio de documentos que regulan el funcionamiento de rellenos sanitarios. Para ello, se identificaron documentos específicos en veinte países de ALC, sean legislaciones y normas técnicas. Posteriormente se procedió al procesamiento y análisis de la información de cada reglamento, identificando datos específicos sobre exigencias para la prevención de incendios. En función a ello, se definieron en base a criterios de ingeniería y operación, aspectos de evaluación para el abordaje del problema que representa el riesgo de incendio en los rellenos sanitarios y se establecieron mediante comparación y frecuencias consideraciones comunes entre los diferentes países sobre los requisitos y medidas existentes que permitan minimizar la ocurrencia de estos siniestros.

### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El relevamiento de reglamentos de rellenos sanitarios en los países de ALC permitió identificar 43 documentos específicos, como ser leyes marco (12 %), decretos (35 %), resoluciones (9 %), acuerdos (9 %), normas oficiales (16 %), reglamentos técnicos (5 %) y normas técnicas (14 %), siendo la mayoría con vigencia en los periodos 1990-2000 (16 %), 2000-2010 (40 %), 2010-2020 (28 %) y 2020 en adelante un 12 %.

El procesamiento de la información técnica de los reglamentos permitió identificar dos criterios para el abordaje del problema del riesgo de incendio y determinar aspectos de evaluación para cada uno de ellos, tanto para las cuestiones de ingeniería en protección contra incendios de la infraestructura, como medidas operativas a desarrollar durante el funcionamiento del sitio. En primer lugar en lo relativo al criterio de ingeniería, para el conjunto de países se determinó que un 75 % mencionan consideraciones sobre el riesgo y control de posibles incendios, a través de la confección de programas de seguridad y salud ocupacional, planes de contingencias y procedimientos de emergencia. Como factores de riesgo de incendio en el predio del relleno sanitario (figura 1), se observó que se procura un mayor control y rigurosidad en un 85 % de los países en las concentraciones de gas metano en el biogás generado, procurando el monitoreo de los índices de explosividad, así como también se puntualiza en las condiciones técnicas en que se realiza la conducción, evacuación y quema tecnificada del biogás generado (distancias entre chimeneas, diámetro, nivel de obstrucción, posición vertical y altura y prolongación por sobre el nivel superior de relleno, lo cual puede ser causa de potenciales explosiones y desarrollo de incendios).

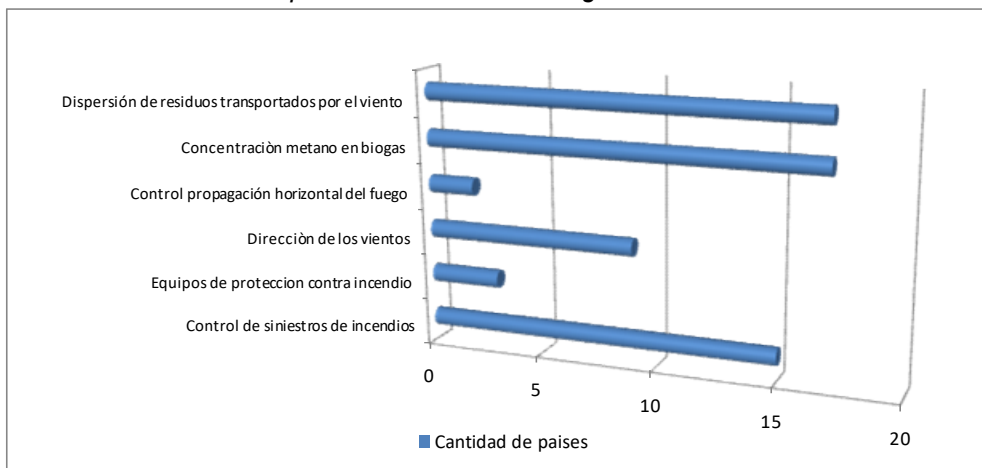
También en un 85 % de los casos se tiene en cuenta respecto al orden y limpieza del lugar, el problema de la dispersión de residuos transportados por el viento o cualquier otro material volátil (barreras de contención).

En relación a esto último, es muy importante considerar la dirección y velocidad de los vientos predominantes, estudios requeridos de índole climático en la etapa de anteproyecto, lo cual es tenido en cuenta en un 45 % de los países y se vincula con el sentido de propagación del fuego, siendo esto apuntado por un 10 % de los casos (Argentina y Venezuela) como medidas para evitar incendios, donde se exige contar con un espacio perimetral interno que actúe como control de propagación horizontal de fuego, como mínimo de quince metros (15 m) de ancho y estar sujeto a ampliación según la magnitud del sitio de disposición final o bien disponer de corta fuegos en zonas de vegetación densa.

Si bien se mencionó que la mayoría de los países estipulan en los reglamentos consideraciones generales de control de incendio (75 %), se resalta que solo un 15 % de los mismos explicita exigencias de disponibilidad y ubicación de equipos e instalaciones de extinción o abastecimiento de agua para control de incendios, es el caso de Venezuela, Panamá y Puerto Rico.

Figura 1

Consideraciones comunes aspecto de factores de riesgo de incendio

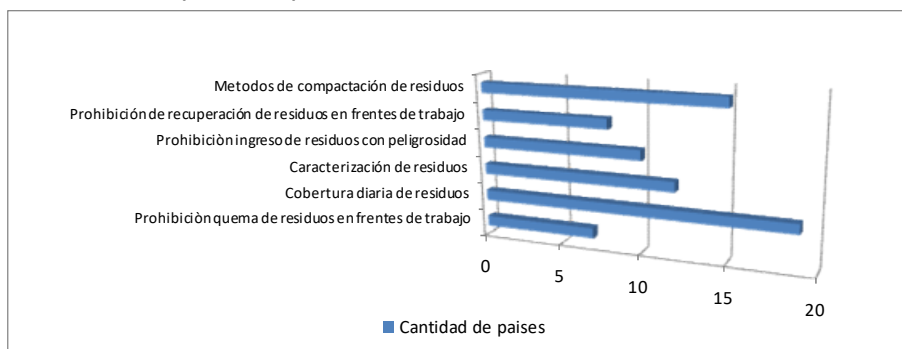


Nota. Elaboración propia.

Haciendo ahora énfasis en el aspecto operativo, no es de menor importancia en un relleno sanitario la forma en la cual se realiza la operación diaria del sitio respecto a los métodos de disposición sanitaria de los residuos, de manera de no constituir esto un punto crítico que posibilite condiciones viables para el inicio de un incendio. Para ello, en el aspecto sobre operación diaria (figura 2), es importante mencionar que es fundamental que se realice el cubrimiento diario de las capas de residuos con la aplicación de un material de cobertura y evitar que el mismo quede expuesto a la radiación solar y altas temperaturas y se puedan generar procesos de auto combustión, en particular por la presencia de restos de vidrios (efecto lupa) o metales, por lo cual el 95 % de los países lo exige en forma contundente en los reglamentos.. Además, el 75 % de los casos también hace mención a los métodos de disposición y compactación de los residuos, esto muy importante para evitar la presencia de aire en el subsuelo.

Por otra parte, es muy importante como operatoria que se realice un control de ingreso de los residuos que llegan a la instalación, de manera de evitar la presencia de materiales que puedan inducir a un incendio en los frentes de trabajo. Para ello, se observó en los reglamentos que en un 60 % de los casos se exige la caracterización de los residuos y en un 50 % la prohibición del ingreso de residuos con cierta peligrosidad.

**Figura 2**  
*Consideraciones comunes aspecto a operación diaria.*



*Nota. Elaboración propia.*

Debido a las cuestiones socio económicas que transitan la mayoría de los países de la región, en muchos casos se observa que en los rellenos sanitarios ingresan personas ajenas al sitio en busca de sustento, condición que en un 40 % de los casos es mencionada en los reglamentos y apuntan a la prohibición de la recuperación de residuos en los frentes de trabajo y un 35 % de los países prohíben la quema intencional o artesanal de residuos.

Por último y haciendo referencia ahora a las consideraciones particulares de cada país en materia de exigencias para el control de incendios, en donde se apunta en forma específica mayormente al control de los factores de riesgo de incendio y parámetros operacionales, se puede mencionar que los países que mayor énfasis y desarrollo hacen sobre la temática de prevención y control son Perú, Puerto Rico, Ecuador, Colombia, Venezuela, Panamá, Costa Rica, Nicaragua y en menor medida, Chile, Brasil, México, República Dominicana, Cuba y Argentina. En el caso de El Salvador, Honduras, Guatemala, Paraguay, Bolivia y Uruguay, las consideraciones sobre incendios son ínfimas. Por lo tanto, de acuerdo al problema planteado y para dar respuesta a la pregunta de investigación formulada, se puede afirmar que todos los reglamentos en mayor o menor grado consideran medidas de prevención de riesgos de incendios, que se deben cumplir para evitar la ocurrencia de estos siniestros tan importantes.

Como discusiones, se plantea si estos incendios son considerados en los planes de contingencia locales junto a otros eventos de emergencia o catástrofe naturales, por el hecho de pensar que ante un siniestro de este tipo en un relleno sanitario implica además de los daños y destrucción de la infraestructura, víctimas humanas y contaminación ambiental de la zona, la paralización del servicio de disposición final de los residuos por tiempo indefinido de acuerdo a la magnitud del evento. La literatura sostiene que en rellenos sanitarios que operan en forma adecuada no se deberían producir incendios o la probabilidad es baja. No obstante, a ello, los incendios son muy frecuentes y deja en evidencia la falta de contralor por parte de las autoridades sobre el cumplimiento de los reglamentos existentes. En este sentido, se tiene el interrogante si los rellenos sanitarios existentes en los países funcionan como tal, en base a las exigencias reglamentarias y legales que persiguen una disposición final controlada y la minimización del riesgo de incendio.

## 5. CONCLUSIONES

Los incendios son uno de los riesgos más graves que los rellenos sanitarios enfrentarán durante su existencia, pero los incendios graves en general son poco frecuentes en los rellenos sanitarios bien administrados. Los incendios en rellenos sanitarios pueden causar daños graves a la infraestructura y pueden ser un gran peligro para el personal del sitio. Además, puede generar problemas significativos en términos de salud, calidad del aire y aceptación social con la comunidad que los rodea.

El análisis de los documentos, en base a los criterio de ingeniería y funcionamiento de la infraestructura, permitió identificar diferentes aspectos para evaluar la problemática del riesgo de incendio y la ocurrencia de posibles siniestros, como ser las concentraciones de gas metano en el biogás, la dispersión de residuos transportados por el viento, la dirección de los vientos y el control de propagación horizontal, el método de compactación de los residuos y aplicación de material de cobertura, la caracterización de residuos y la prohibición de ingreso de aquellos con cierta peligrosidad. Como otras exigencias más de índole social y que pueden contribuir con el riesgo de incendio, en algunos reglamentos se prohíbe el ingreso de personas ajenas que realicen tareas de segregación en los frentes de trabajo, así como las quemas de residuos que esto puede conllevar.

Como se puede observar, la mayoría de los factores de riesgo de incendio responden a cuestiones operaciones que se deben controlar y que en la práctica denotan deficiencias técnicas que es necesario procurar mejorar. Los niveles de producción de GEI se podrían minimizar siempre y cuando el diseño y manejo de estos vertederos se realice de manera técnica y los sistemas de recuperación de gases sean eficientes. En tal sentido, en los países se hace necesario el cumplimiento de los reglamentos vigentes, lo cuales en su mayoría son muy completos y exigentes, pero se debe avanzar en sus actualizaciones en materia de higiene y seguridad, a los fines de avanzar hacia la exigencia e implementación de un plan de prevención y control de incendios, lo cual es muy importante para todos los rellenos sanitarios.

## REFERENCIAS

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) (2020). Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo. .p: 109-111.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2023). Evaluación regional de flujo de materiales: residuos sólidos municipales para América Latina y el Caribe EVAL 2023. Nota Técnica No IDB-TN-02804, División de agua y saneamiento. p: 38-39.
- International Solid Waste Association (ISWA) (2019). Landfill operational guide. 3 edition. Chapter 9 landfill fire. p: 39-45.
- Pinzón Uribe L. (2019). El cambio climático y la injerencia de los rellenos sanitarios sobre este. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. p: 10-11.
- Pinzón Uribe L. y Sotelo Rojas H. (2020). Influencia de los rellenos sanitarios en el cambio climático. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. 13 p.
- Rondón Toro E., Szanto Narea M., Pacheco J., Contreras E., Gálvez A., (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Manuales CEPAL N° 2. Publicación de las Naciones Unidas, Convenio de Cooperación Técnica entre el Ministerio de Desarrollo Social de Chile y la CEPAL. p: 73-80.
- Sánchez Gómez J. (2021). Guía para el control de incendios en vertederos de residuos sólidos. Secretaría de seguridad y protección ciudadana. México. 26 p.
- Szanto Narea, M. (2021). Informe técnico experto: análisis y recomendaciones técnicas para retiro del pasivo ambiental en relleno sanitario Puntra, Ancud. 49 p

El autor del trabajo autoriza a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2024 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2024 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.