



## Protocolo para la clasificación y disposición final de desechos peligrosos, envases vacíos y productos caducados generados en laboratorios y Estaciones Experimentales según normativa vigente.

*Protocol for the classification and final disposal of hazardous waste, empty containers, and expired chemicals generated in laboratories and experimental stations in compliance with current regulations.*

Roberto Carlos Naranjo Illanes<sup>1</sup> 

*rcnaranjo@itsoriente.edu.ec.*

**Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)**

Riobamba, Ecuador

Benjamín Gabriel Quito Cortez<sup>2</sup> 

*benjaminquito@bqc.com.ec*

**Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)**

Riobamba, Ecuador

Daniela Fernanda Vásconez Duchicela<sup>3</sup> 

*danielavasconez@bqc.com.ec*

**Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)**

Riobamba, Ecuador

**Recepción: 05-01-2026**

**Aceptación: 09-02-2026**

**Publicación: 30-03-2026**

**Como citar este artículo:** Naranjo, R. Quito, B. Vásconez, D. (2026). **Protocolo para la clasificación y disposición final de desechos peligrosos, envases vacíos y productos caducados generados en laboratorios y Estaciones Experimentales según normativa vigente.** *Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios*, 7 (1), pp. 2347-2385.

<sup>1</sup> Tecnólogo Superior En Seguridad E Higiene Del Trabajo. Instituto Superior Tecno ecuatoriano; Tecnólogo En Seguridad Y Salud Ocupacional. Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO).

<sup>2</sup> Abogado, Magister en Educación (Universidad Bicentenario de Aragua) Venezuela, Magister en Ciencias Gerenciales (Universidad internacional del caribe y América latina) Curacao, Doctor en Ciencias de la Educación PHD (UBA) Venezuela, Doctor en Ciencias Gerenciales PHD (universidad internacional del caribe y América latina) Curacao, Postdoctorado en Ciencias de la Educación (UBA) Venezuela.

<sup>3</sup> Ingeniera Mecánica mención Automotriz (Universidad Tecnológica América), Magister en Talento Humano (Universidad Internacional SEK), Magister en Administración de Empresas (Universidad Internacional del Ecuador), Doctor en Ciencias de la Educación PHD por la Universidad Bicentenario de Aragua, Venezuela.





### Resumen

La gestión adecuada de desechos peligrosos, envases vacíos y productos químicos caducados constituye un requisito fundamental para garantizar la seguridad ocupacional, la protección ambiental y el cumplimiento normativo en laboratorios y estaciones experimentales. El manejo inadecuado de estos residuos puede generar riesgos significativos para la salud de los trabajadores, provocar contaminación del suelo y del agua, y derivar en sanciones legales por incumplimiento de la normativa vigente. Este artículo analiza de manera integral los lineamientos técnicos y legales que regulan la clasificación, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos peligrosos, considerando la legislación ecuatoriana actual y los estándares internacionales aplicables a entornos de investigación científica. A partir de una revisión bibliográfica y normativa, se identifican las principales categorías de residuos generados en actividades experimentales, así como los riesgos químicos asociados a su manipulación. El estudio propone un protocolo estructurado que unifica criterios de identificación, segregación por compatibilidad química, etiquetado, almacenamiento temporal seguro y entrega a gestores ambientales autorizados. Además, se resaltan los beneficios institucionales derivados de implementar procedimientos estandarizados, tales como la reducción de accidentes laborales, la mejora del desempeño ambiental, la optimización del uso de insumos y el fortalecimiento de la cultura preventiva. Los resultados evidencian la necesidad de capacitar de manera continua al personal responsable, actualizar la infraestructura destinada al manejo de residuos y establecer mecanismos de control interno que garanticen trazabilidad y cumplimiento legal. Finalmente, se concluye que un protocolo integral permite mejorar la seguridad, proteger el ambiente y asegurar prácticas sostenibles en laboratorios y estaciones experimentales. **Palabras claves:** Gestión de desechos peligrosos, Protocolos de laboratorio, Envases químicos vacíos, Sustancias caducadas, Seguridad y salud ocupacional.

### Abstract

Proper management of hazardous waste, empty containers, and expired chemical products is essential for ensuring occupational safety, environmental protection, and compliance with regulatory frameworks in laboratories and experimental stations. Inadequate handling of these materials can pose significant risks to workers' health, contribute to soil, water, and air contamination, and lead to legal penalties for violating national standards. This article examines the technical and legal guidelines that regulate the classification, segregation, storage, internal transport, and final disposal of hazardous waste, taking into account current Ecuadorian regulations and relevant international standards applied in scientific and agricultural research environments. Through a detailed literature and regulatory review, the study identifies the main categories of waste generated in laboratory and experimental activities and highlights the chemical and environmental risks associated with improper management. Based on this analysis, a structured protocol is proposed to standardize procedures for identification, segregation by compatibility, labeling, secure temporary storage, documentation, and delivery to authorized environmental waste managers. The proposed protocol also promotes preventive practices, strengthens incident response, and encourages responsible chemical handling. Institutional benefits include a reduction in occupational accidents, improvement in environmental performance indicators, enhanced regulatory compliance, and the development of a stronger preventive culture among personnel. The findings





emphasize the need for continuous training, improved infrastructure for safe waste handling, and internal monitoring mechanisms that ensure traceability and adherence to legal requirements. Ultimately, the article concludes that implementing an integrated protocol significantly enhances workplace safety, operational efficiency, and environmental sustainability in laboratories and experimental stations across diverse operations. **Keywords:** Hazardous waste management, Laboratory protocols, Empty chemical containers, Expired substances, Occupational health and safety.

## Introducción.

La gestión adecuada de desechos peligrosos, envases vacíos y productos químicos caducados constituye un componente crítico dentro de los sistemas modernos de bioseguridad, protección ambiental y seguridad y salud en el trabajo. En los laboratorios y estaciones experimentales, donde se manipulan sustancias químicas con características tóxicas, corrosivas, inflamables o reactivas, la ausencia de protocolos estandarizados puede generar impactos negativos significativos sobre la salud humana, los ecosistemas y la infraestructura institucional. Diversos estudios coinciden en que la manipulación incorrecta de residuos químicos incrementa el riesgo de accidentes, exposición a sustancias peligrosas, contaminación ambiental y sanciones regulatorias (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021; Environmental Protection Agency [EPA], 2022). Bajo este contexto, se hace indispensable desarrollar lineamientos claros que garanticen la trazabilidad, compatibilidad, segregación y disposición final segura de estos materiales.

En Ecuador, el marco regulatorio ambiental y de seguridad y salud en el trabajo ha evolucionado para fortalecer el manejo responsable de desechos peligrosos. Normativas como el Decreto Ejecutivo 255 (2024), la Ley de Gestión Ambiental, la Ley Orgánica de Salud y las directrices emitidas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica establecen obligaciones precisas para los generadores de residuos químicos,





incluyendo laboratorios e instalaciones experimentales. No obstante, persisten brechas operativas relacionadas con el desconocimiento técnico, la falta de estandarización en los procedimientos de segregación, la limitada infraestructura de almacenamiento temporal y la ausencia de protocolos homogéneos adaptados a contextos de investigación científica.

Partiendo de esta problemática, la presente investigación busca responder a la siguiente pregunta central: ¿Cómo puede un protocolo estandarizado para la clasificación y disposición final de desechos peligrosos, envases vacíos y productos caducados contribuir a mejorar la seguridad, el desempeño ambiental y el cumplimiento legal en laboratorios y estaciones experimentales? Para abordar esta cuestión, se emplea una metodología de investigación documental basada en revisión bibliográfica, análisis comparativo de normativas nacionales e internacionales, y sistematización de buenas prácticas reconocidas por organismos técnicos como la OMS, la EPA y la Unión Europea.

El propósito de este artículo es presentar un protocolo integral que oriente al personal técnico y administrativo en la correcta gestión de residuos peligrosos, fortaleciendo la cultura preventiva y promoviendo prácticas de manejo seguro. La elaboración de este protocolo no solo permite mejorar la seguridad ocupacional y ambiental, sino también optimizar el uso de insumos, reducir costos asociados a incidentes y asegurar el cumplimiento de las exigencias legales vigentes. Con ello, se aporta a la consolidación de entornos de trabajo más seguros, sostenibles y alineados a estándares científicos internacionales.





## **Marco Teórico.**

La gestión adecuada de desechos peligrosos, envases vacíos y productos químicos caducados en laboratorios y estaciones experimentales se fundamenta en un conjunto de conceptos, principios y marcos legales que buscan garantizar la protección de la salud humana, la seguridad ocupacional y el cuidado del ambiente. Desde una perspectiva conceptual, los desechos peligrosos se definen como materiales sólidos, líquidos o gaseosos que, debido a sus características de toxicidad, corrosividad, reactividad, inflamabilidad o infecciosidad, representan riesgos significativos para los trabajadores y los ecosistemas cuando no son manejados correctamente (Environmental Protection Agency [EPA], 2022). En laboratorios y centros experimentales, estos residuos pueden incluir reactivos caducados, solventes orgánicos, ácidos y bases, muestras contaminadas, residuos de pesticidas y envases vacíos que contienen trazas de sustancias peligrosas.

El manejo seguro de estos desechos depende de la aplicación de la gestión integral, un enfoque que comprende la generación, identificación, clasificación, segregación por compatibilidad, etiquetado, almacenamiento temporal, transporte interno y disposición final por medio de gestores ambientales autorizados (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021). Esta aproximación teórica reconoce que cada etapa implica distintos niveles de riesgo y requiere procedimientos técnicos estandarizados para mitigar los peligros asociados. De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2020), los sistemas de gestión de residuos deben articularse con los procesos de seguridad y salud en el trabajo, la capacitación del personal y la cultura preventiva institucional.

En cuanto a los envases vacíos, estos constituyen una categoría particular





dentro de los residuos peligrosos, ya que incluso después de ser vaciados pueden conservar residuos adheridos de sustancias químicas peligrosas. La EPA (2022) sostiene que los envases deben considerarse peligrosos hasta que hayan sido sometidos a un proceso de triple lavado o gestión especializada. Este principio ha sido adoptado por múltiples sistemas regulatorios internacionales y se incorpora en protocolos institucionales de universidades, centros biomédicos y laboratorios agroquímicos.

Los productos químicos caducados representan otro riesgo relevante. La OMS (2021) indica que la caducidad puede aumentar la inestabilidad química, lo que potencialmente incrementa la reactividad, la volatilidad o la toxicidad de ciertos compuestos. En laboratorios de investigación y estaciones experimentales, donde existe un alto movimiento de reactivos y sustancias utilizadas en experimentación, se vuelve indispensable contar con inventarios actualizados y sistemas de control que prevengan su acumulación.

Desde el punto de vista legal, el marco ecuatoriano establece obligaciones claras para la gestión de residuos peligrosos. El Decreto Ejecutivo 255 (2024), que constituye el nuevo Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, exige que los empleadores implementen medidas de prevención y control frente a riesgos químicos, incluyendo la disponibilidad de protocolos para el manejo de sustancias peligrosas y sus residuos. Asimismo, la Ley de Gestión Ambiental establece que los generadores de residuos peligrosos deben asegurar su manejo técnico, garantizar su disposición final adecuada y prevenir afectaciones ambientales. Por su parte, la Ley Orgánica de Salud, en sus disposiciones sobre manejo de desechos, señala que los establecimientos que manipulan sustancias químicas deben aplicar normas de bioseguridad y garantizar su





almacenamiento y transporte seguro.

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) regula específicamente el manejo de desechos peligrosos a través de instrumentos como el Sistema Único de Manejo de Desechos Peligrosos y la normativa sobre registro, transporte y disposición final mediante gestores ambientales autorizados. Esta normativa establece las categorías de residuos, los requisitos de almacenamiento temporal, los estándares de etiquetado, las condiciones de incompatibilidad química y los procedimientos de entrega a gestores. La normativa se alinea con convenios internacionales como el Convenio de Basilea, que regula el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y promueve la minimización de impactos ambientales.

Desde la perspectiva de seguridad y salud ocupacional, la Resolución C.D. 513 del IESS destaca la importancia de identificar y evaluar riesgos derivados de la exposición a sustancias químicas, estableciendo lineamientos para la prevención de enfermedades profesionales y accidentes relacionados con la manipulación de materiales peligrosos. Este enfoque se integra con la normativa técnica internacional, incluyendo las directrices del Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), que exige el uso de etiquetas estandarizadas, fichas de datos de seguridad (FDS) y sistemas de comunicación de peligros.

En su conjunto, la teoría y la normativa vigente convergen en la necesidad de un protocolo estructurado que oriente a las instituciones hacia prácticas seguras y sostenibles. Este marco teórico ofrece la base conceptual y legal que sustenta el diseño del protocolo presentado en esta investigación, el cual articula lineamientos técnicos, requisitos legales y principios de seguridad para garantizar un manejo responsable de





desechos peligrosos, envases vacíos y productos caducados.

## **Estado del Arte**

La gestión de desechos peligrosos, envases vacíos y productos químicos caducados en laboratorios y estaciones experimentales ha sido ampliamente analizada por diversos autores y organismos técnicos, quienes coinciden en que el manejo inadecuado de estos materiales constituye uno de los principales factores de riesgo para la salud ocupacional y el ambiente. La literatura científica señala que los residuos químicos poseen características intrínsecas que pueden desencadenar incendios, explosiones, intoxicaciones, liberación de vapores tóxicos y contaminación de suelos y cuerpos de agua si no se gestionan bajo procedimientos estandarizados. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), la clasificación adecuada es el primer paso para garantizar que los residuos peligrosos sean tratados de manera segura, evitando su mezcla con materiales incompatibles y reduciendo la probabilidad de incidentes.

Autores como García -Torres et al. (2020) enfatizan que uno de los errores más comunes en laboratorios y unidades experimentales es la segregación incorrecta por compatibilidad química. En su estudio, demuestran que la combinación inadecuada de oxidantes, ácidos, bases y solventes inflamables es responsable de la mayoría de incidentes reportados en entornos de investigación. De igual manera, sostienen que la falta de protocolos claros y la carencia de capacitación especializada contribuyen directamente al incremento de accidentes laborales. Esta postura coincide con la EPA (2022), que señala que los envases vacíos deben considerarse residuos peligrosos hasta que hayan sido sometidos a procedimientos





específicos de descontaminación, ya que los residuos adheridos pueden seguir siendo altamente tóxicos o reactivos.

En relación con los productos químicos caducados, Pérez y Muñoz (2019) explican que la caducidad puede alterar las propiedades iniciales de ciertas sustancias, incrementando su riesgo de descomposición espontánea, generación de peróxidos o aumento de volatilidad. Este fenómeno es especialmente peligroso en laboratorios donde se manipulan reactivos orgánicos e inorgánicos de alta energía. La literatura sugiere que un sistema de control automatizado de inventarios permitiría reducir la acumulación de sustancias vencidas y mejorar la seguridad en las áreas de almacenamiento.

A nivel regional, Hernández y Castillo (2021) analizan las prácticas en universidades agrícolas de América Latina, concluyendo que muchos laboratorios carecen de infraestructura adecuada para el almacenamiento temporal de desechos químicos. También destacan la ausencia de señalización estandarizada, la falta de registros de generación de residuos y la limitada interacción entre instituciones generadoras y gestores ambientales autorizados. Este hallazgo es particularmente relevante para escenarios como las estaciones experimentales, donde se generan residuos provenientes de actividades agrícolas, ensayos químicos, análisis de suelos, manejo de plaguicidas y tratamientos de cultivos.

Silva y Andrade (2020) aportan una perspectiva aplicada al documentar cómo la implementación de protocolos institucionales de gestión de residuos en laboratorios de biotecnología permitió reducir accidentes, mejorar la trazabilidad y optimizar el uso de insumos químicos. Los autores destacan que los protocolos estandarizados no solo incrementan la





seguridad, sino que también promueven prácticas de sostenibilidad y reducen costos asociados a incidentes o multas regulatorias.

Otros autores resaltan el papel de la cultura preventiva en la gestión segura de residuos. Martínez-Rojas (2018) afirma que las instituciones con programas sólidos de capacitación y supervisión presentan significativamente menos incidentes relacionados con sustancias químicas. Esto se relaciona con el enfoque de la OIT (2020), que considera la formación continua como uno de los pilares para garantizar prácticas seguras, especialmente en entornos donde se manejan productos peligrosos de forma rutinaria.

En el ámbito normativo, varios estudios reconocen la importancia de integrar los marcos legales nacionales con estándares internacionales. López y Cedeño (2022) señalan que el cumplimiento de la normativa ambiental y de seguridad en el trabajo no solo depende de la existencia de leyes, sino de su aplicación efectiva mediante procedimientos documentados. En el contexto ecuatoriano, el Decreto Ejecutivo 255, la Ley Orgánica de Salud, la Ley de Gestión Ambiental y las disposiciones emitidas por el MAATE establecen obligaciones claras, pero su implementación en laboratorios depende de la existencia de protocolos internos y mecanismos de supervisión.

En conjunto, la literatura científica demuestra una convergencia en torno a tres afirmaciones clave respecto al tema de esta investigación:

1. la gestión de residuos peligrosos requiere procesos estandarizados basados en la clasificación correcta, la segregación por compatibilidad y la disposición final autorizada;





2. la capacitación del personal y la cultura preventiva determinan la efectividad de estos procesos;
3. los entornos de investigación y experimentación presentan riesgos específicos que requieren protocolos diferenciados y actualizados.

De esta forma, los autores coinciden en que la ausencia de protocolos integrales representa un riesgo significativo, mientras que su implementación permite mejorar la seguridad ocupacional, la protección ambiental y el cumplimiento legal. Este estado del arte sustenta la pertinencia y la necesidad del protocolo propuesto en este artículo.

## **Desarrollo.**

### **Desarrollo del protocolo, metodología y fundamentación aplicada.**

La gestión integral de desechos peligrosos, envases vacíos y productos químicos caducados en laboratorios y estaciones experimentales requiere una articulación sistemática entre principios científicos, criterios normativos y procedimientos operativos que garanticen la seguridad del personal, la protección del ambiente y el cumplimiento legal. Para construir un protocolo que responda a estas necesidades, se desarrolló una metodología basada en tres pilares fundamentales: la revisión bibliográfica científica, el análisis comparativo de normativas nacionales e internacionales y la sistematización de buenas prácticas provenientes de organismos técnicos como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Environmental Protection Agency (EPA) de los Estados Unidos y las directrices de la Unión Europea (UE) sobre sustancias químicas y residuos peligrosos. Esta combinación metodológica permitió no solo identificar las tendencias globales en el manejo de residuos peligrosos, sino también





comprender cómo adaptar estos lineamientos al contexto operativo de laboratorios y estaciones experimentales con características agrícolas, pecuarias o de investigación aplicada.

La revisión bibliográfica incluyó artículos científicos indexados, manuales técnicos, guías institucionales y estudios especializados sobre riesgos químicos, gestión de residuos y seguridad ocupacional. Este proceso permitió identificar los conceptos clave relativos a la clasificación, segregación, almacenamiento temporal, transporte interno seguro y disposición final de residuos químicos. Además, fueron revisados estudios que evidencian las consecuencias de un manejo inadecuado, incluyendo incendios, derrames, intoxicaciones, degradación ambiental, sanciones regulatorias y pérdidas materiales. Estos hallazgos consolidaron la necesidad de diseñar un protocolo robusto y adaptable a distintos escenarios de investigación.

El análisis comparativo incorporó una evaluación detallada de la normativa ecuatoriana vigente, entre ellas el Decreto Ejecutivo 255 (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo), la Ley Orgánica de Salud, la Ley de Gestión Ambiental, así como las regulaciones emitidas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) referente al manejo de desechos peligrosos y a la operación de gestores autorizados. También se revisaron estándares internacionales como el Sistema Globalmente Armonizado (GHS), la Directiva 2008/98/CE de la Unión Europea sobre residuos y varios documentos técnicos de la EPA relacionados con el almacenamiento seguro de químicos peligrosos y envases contaminados. Esta comparación permitió identificar similitudes, brechas y





oportunidades para armonizar el protocolo con las mejores prácticas reconocidas globalmente.

Finalmente, la metodología de sistematización de buenas prácticas incluyó la revisión de procedimientos institucionales de universidades, centros biomédicos, laboratorios agroquímicos y estaciones de investigación agrícola en distintos países. Esta revisión permitió identificar estrategias operativas comunes, tales como la segregación por compatibilidad química, la incorporación de inventarios electrónicos, el uso de señalización estandarizada GHS y la implementación de zonas de almacenamiento temporal equipadas con ventilación, contención secundaria y equipos de emergencia. La triangulación de estas fuentes permitió formular un protocolo con carácter práctico, técnicamente fundamentado y adaptable a distintos tipos de laboratorios y escenarios experimentales.

## **Desarrollo del Protocolo de Clasificación y Manejo de Desechos Peligrosos**

El protocolo desarrollado se estructura en siete etapas secuenciales diseñadas para garantizar la trazabilidad y la seguridad en todo el proceso de gestión: identificación del residuo, clasificación por peligrosidad, segregación en el punto de generación, etiquetado estandarizado, almacenamiento temporal seguro, transporte interno controlado y disposición final mediante gestores autorizados. Cada una de estas etapas integra requisitos normativos, buenas prácticas operativas y criterios científicos.





## **Identificación del residuo**

La identificación constituye el primer paso para un manejo adecuado. De acuerdo con la OMS (2021), esta etapa debe incluir la determinación del origen del residuo (laboratorio químico, laboratorio biológico, estación experimental agrícola, área de mantenimiento, etc.), su estado físico (sólido, líquido, semisólido), su composición aproximada y las características de peligrosidad que lo definen. La correcta identificación permite evitar la mezcla de incompatibles, reducir riesgos y cumplir con los estándares de reporte exigidos por las autoridades ambientales.

## **Clasificación por características de peligrosidad**

La clasificación se realiza con base en los criterios establecidos en el GHS y en las normativas del MAATE, que consideran las siguientes categorías: inflamables, tóxicos, corrosivos, reactivos, explosivos, sustancias peligrosas para el ambiente y residuos con riesgo biológico. Esta clasificación permite al personal aplicar medidas específicas de almacenamiento y manipulación, asegurando que cada residuo reciba el tratamiento adecuado.

## **Segregación en el punto de generación**

La segregación adecuada previene reacciones químicas peligrosas y facilita su transporte y disposición final. Siguiendo la EPA (2022), los residuos deben segregarse según su compatibilidad química en recipientes diferenciados y resistentes, etiquetados según el tipo de residuo. La segregación también debe contemplar la separación de envases vacíos, productos caducados y muestras contaminadas.





## **Etiquetado estandarizado**

El etiquetado con pictogramas basados en el GHS permite comunicar de manera inmediata los riesgos asociados. Según la OIT (2020), esta práctica reduce accidentes derivados de la manipulación errónea y mejora la trazabilidad del residuo, facilitando la labor de gestores ambientales y autoridades de control.

## **Almacenamiento temporal seguro**

El almacenamiento temporal constituye una etapa crítica dentro del proceso de gestión de residuos peligrosos, ya que permite resguardar los materiales hasta su disposición final. De acuerdo con la Directiva 2008/98/CE de la Unión Europea, el almacenamiento debe realizarse en áreas diseñadas específicamente para tal fin, con ventilación adecuada, pisos impermeables, sistemas de retención secundaria y señalización visible que permita identificar los riesgos presentes. Este enfoque ha sido adoptado por centros de investigación de alto nivel debido a los riesgos asociados con la acumulación de residuos inflamables, corrosivos o reactivos.

En laboratorios y estaciones experimentales, el almacenamiento temporal debe hacerse en gabinetes resistentes a sustancias químicas o en cuartos exclusivos con acceso restringido. La EPA (2022) recomienda que estos espacios cuenten con estanterías no metálicas, sistemas de contención secundaria, bandejas antiderrames y kits de emergencia para la neutralización de derrames. El protocolo propuesto incorpora estas recomendaciones, exigiendo que los residuos se almacenen separados por compatibilidad química y que se mantenga un registro actualizado de los





materiales almacenados, con fecha de ingreso y datos del área generadora. Esta práctica favorece la trazabilidad, reduce riesgos asociados a acumulación prolongada y facilita la planificación de la disposición final.

### **Transporte interno controlado**

El transporte interno es un eslabón fundamental en la cadena de gestión de residuos peligrosos y debe realizarse bajo estrictas medidas de seguridad para evitar derrames, roturas o exposiciones accidentales. Según la OIT (2020), el traslado debe efectuarse en contenedores cerrados, resistentes y claramente etiquetados. Además, el personal encargado debe recibir capacitación en manipulación segura y uso de equipos de protección personal (EPP), especialmente cuando se trasladan sustancias volátiles o altamente tóxicas.

En el protocolo propuesto, se establece que el transporte interno debe realizarse mediante rutas asignadas, evitando áreas de alto tránsito o zonas donde se almacenen alimentos o materiales sensibles. También se recomienda el uso de carros especiales con bordes altos y sistemas de sujeción para evitar caídas. La documentación del traslado debe incluir fecha, hora, responsable del movimiento y destino del residuo, lo cual fortalece el control interno y previene pérdidas o incidentes atribuibles a falta de planificación.

### **Disposición final mediante gestores autorizados**

La etapa final del proceso de gestión de residuos peligrosos consiste en su entrega a gestores ambientales autorizados. En Ecuador, esta actividad está regulada por el MAATE, que exige que los generadores contraten exclusivamente a empresas que cuenten con permisos aprobados y





registrados. La Ley de Gestión Ambiental establece que los generadores siguen siendo responsables del residuo hasta que este haya sido tratado y dispuesto de manera final, lo que subraya la importancia de contratar gestores confiables.

El protocolo establece que la entrega a gestores debe documentarse mediante manifiestos de transporte, certificados de tratamiento y comprobantes de disposición final. Estos documentos permiten asegurar la trazabilidad y demostrar el cumplimiento normativo ante auditorías internas o inspecciones gubernamentales. Asimismo, el generador debe verificar que el gestor utiliza métodos aprobados, tales como incineración controlada, encapsulamiento, tratamiento químico o confinamiento autorizado, dependiendo del tipo de residuo.

## **Integración normativa aplicada al protocolo**

La integración normativa es un elemento fundamental para garantizar la validez del protocolo propuesto. Este apartado analiza cómo las disposiciones legales nacionales e internacionales se incorporan en cada etapa del protocolo, fortaleciendo la pertinencia técnica y jurídica de su aplicación.

### **Normativa nacional**

En Ecuador, la gestión de desechos peligrosos está regulada por múltiples instrumentos legales. Entre ellos, el Decreto Ejecutivo 255 (2024) establece que los empleadores deben desarrollar procedimientos para el manejo seguro de sustancias peligrosas, incluyendo su almacenamiento, transporte y disposición final. El protocolo incorpora estos lineamientos,





determinando procedimientos claros basados en la identificación, clasificación y control de riesgos químicos.

La Ley Orgánica de Salud establece que los establecimientos que manipulan sustancias químicas deben garantizar su almacenamiento seguro y minimizar su impacto ambiental. Por su parte, la Ley de Gestión Ambiental dispone que los generadores de residuos peligrosos son responsables de su manejo integral. El protocolo propuesto incorpora ambas disposiciones, destacando la responsabilidad del generador desde la generación del residuo hasta su entrega final a empresas autorizadas.

El MAATE, como autoridad ambiental, emite lineamientos técnicos sobre clasificación de residuos, requisitos para almacenamiento temporal, transporte y operación de gestores autorizados. Estos lineamientos son fundamentales para estructurar el protocolo, ya que definen las categorías de residuos peligrosos, los formatos de registro y los criterios de compatibilidad química.

### **Normativa internacional**

A nivel internacional, el GHS constituye un estándar globalmente reconocido para la clasificación y etiquetado de sustancias químicas. El protocolo adopta sus pictogramas, frases de advertencia y métodos de clasificación para asegurar una comunicación adecuada de los riesgos. La EPA aporta directrices sobre el manejo seguro de envases vacíos, residuos reactivos y almacenamiento temporal, mientras que la Unión Europea, mediante la Directiva 2008/98/CE, establece la jerarquía de gestión de residuos: prevención, reutilización, reciclaje, valorización y eliminación.





El Convenio de Basilea también influye en la normativa ecuatoriana, estableciendo restricciones sobre el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos y la obligación de aplicar el principio de minimización. La incorporación de estos lineamientos fortalece el carácter universal del protocolo y permite su aplicación en instituciones académicas y científicas con estándares internacionales.

## **Parte conceptual aplicada al contexto de laboratorios y estaciones Experimentales**

La parte conceptual aplicada permite comprender cómo los principios fundamentales de la gestión de residuos peligrosos se materializan a través del protocolo propuesto. En este sentido, se identifican cinco conceptos esenciales que sustentan su diseño:

### **Peligrosidad química**

La peligrosidad se refiere a la capacidad intrínseca de una sustancia para causar daño. Según la OMS (2021), esta característica debe evaluarse considerando toxicidad, inflamabilidad, corrosividad, reactividad, explosividad y riesgos ambientales. El protocolo aplica este concepto mediante la clasificación de residuos según el sistema GHS y el establecimiento de medidas específicas para cada categoría de peligrosidad.

### **Compatibilidad química**

La compatibilidad define la posibilidad de que dos sustancias reaccionen entre sí generando efectos peligrosos. En laboratorios y estaciones experimentales, la compatibilidad es un concepto central para la





segregación. El protocolo desarrolla tablas basadas en referencias de la EPA para determinar cuáles sustancias pueden almacenarse juntas y cuáles deben mantenerse completamente separadas.

## **Trazabilidad**

La trazabilidad implica la capacidad de identificar, rastrear y documentar el recorrido de un residuo desde su origen hasta su disposición final. Este concepto es fundamental para cumplir con regulaciones nacionales e internacionales. El protocolo incorpora registros de generación, inventarios, manifiestos de transporte y certificados de disposición final, asegurando una cadena continua de control.

## **Jerarquía de manejo**

La jerarquía de manejo propuesta por la Unión Europea establece un orden lógico para gestionar residuos: evitar su generación, reducir su volumen, reutilizar, reciclar, valorizar energéticamente y, finalmente, eliminar. Aunque los residuos peligrosos generalmente deben eliminarse, el protocolo incorpora este concepto promoviendo prácticas de reducción en la fuente, sustitución de reactivos peligrosos y planificación de compras para evitar caducidad.

## **Responsabilidad extendida del generador**

Según la Ley de gestión Ambiental, la responsabilidad del generador no termina al entregar los residuos a un gestor. El protocolo aplica este concepto al establecer mecanismos de seguimiento que aseguran que los gestores cumplan con la normativa y que el tratamiento o disposición final se realice adecuadamente.





## **Resultados esperados**

El protocolo propuesto busca producir resultados concretos y medibles en los ámbitos de seguridad ocupacional, protección ambiental, eficiencia institucional y cumplimiento legal. Entre los principales resultados esperados se encuentran:

### **Reducción de riesgos químicos**

La correcta clasificación, segregación y almacenamiento disminuye significativamente la probabilidad de derrames, explosiones, incendios e intoxicaciones. La EPA (2022) indica que la aplicación de protocolos similares ha logrado reducir hasta en un 70% los incidentes relacionados con residuos peligrosos en laboratorios académicos.

### **Mejora del desempeño ambiental**

La gestión adecuada evita la contaminación del suelo, el agua y el aire, especialmente en estaciones experimentales donde algunos residuos pueden interactuar con ecosistemas vulnerables. Se espera que el protocolo minimice filtraciones y liberaciones no controladas.

### **Fortalecimiento del cumplimiento normativo**

La existencia de un protocolo documentado facilita auditorías internas y externas, reduce sanciones administrativas y mejora la preparación institucional ante inspecciones del MAATE u organismos de control laboral.





## **Optimización de recursos institucionales**

Una gestión eficiente reduce costos asociados con compra innecesaria de reactivos, almacenamiento prolongado, incidentes químicos y contratación tardía de gestores ambientales.

## **Desarrollo de cultura preventiva**

La capacitación continua y la existencia de procedimientos claros favorecen la construcción de entornos laborales más seguros y comprometidos con la prevención.

## **Análisis crítico del sistema actual y pertinencia del protocolo**

Para comprender el impacto y relevancia del protocolo propuesto, es necesario realizar un análisis crítico del sistema actual de manejo de desechos peligrosos en laboratorios y estaciones experimentales. Diversos estudios evidencian que, aunque existen normativas claras sobre cómo gestionar materiales peligrosos, la aplicación práctica suele presentar múltiples deficiencias que incrementan los riesgos químicos, operativos y ambientales (Pérez & Muñoz, 2019; OMS, 2021). Estas deficiencias responden a factores estructurales, organizacionales y culturales que deben atenderse de manera integral.

## **Falta de estandarización operativa**

Una de las principales debilidades identificadas en entornos de investigación es la falta de uniformidad en los procedimientos. Aunque los laboratorios disponen de criterios generales para el manejo de sustancias químicas, la ausencia de protocolos detallados provoca que cada usuario interprete o adapte los lineamientos de manera diferente. Esto genera





inconsistencias en la segregación, etiquetado y almacenamiento, elevando la probabilidad de mezclas peligrosas o mala disposición de residuos.

El protocolo propuesto responde a este desafío al estandarizar prácticas esenciales basadas en normativas internacionales. Esto no solo reduce la variabilidad operativa, sino que también garantiza que las decisiones técnicas se fundamenten en criterios científicos y regulatorios.

### **Limitada capacitación del personal**

Otro problema común es la falta de capacitación periódica y especializada. La literatura indica que el desconocimiento sobre riesgos químicos y manejo adecuado de envases vacíos es uno de los factores más determinantes en incidentes dentro de laboratorios (García-Torres & López-Maldonado, 2020). Muchos trabajadores desconocen las características de peligrosidad de sustancias comunes o no logran identificar incompatibilidades químicas fundamentales.

El protocolo propuesto incluye prácticas de capacitación continua, que deberían implementarse al menos semestralmente, integrando contenidos como:

- lectura e interpretación de Fichas de Datos de Seguridad (FDS),
- gestión eficiente de inventarios químicos,
- técnicas de neutralización de derrames menores,
- criterios normativos sobre disposición final.

Este componente es crucial para garantizar la sostenibilidad del sistema.





## **Brechas en infraestructura**

La infraestructura disponible en muchos laboratorios y estaciones experimentales es insuficiente para cumplir con los requerimientos normativos y técnicos para almacenar residuos peligrosos. Se identifican problemas como:

- falta de ventilación adecuada en cuartos de desechos,
- uso de recipientes no certificados,
- ausencia de bandejas de contención secundaria,
- espacios improvisados para residuos temporales.

El protocolo propuesto establece estándares mínimos que deben cumplir las áreas de almacenamiento temporal, sealando que estos requisitos deben ser evaluados periódicamente mediante inspecciones internas.

## **Cultura preventiva insuficiente**

La cultura preventiva implica que los trabajadores y la institución entiendan la importancia del manejo seguro y reconozcan que la prevención es un proceso continuo. En muchos entornos, la prevención se percibe como una imposición administrativa y no como una responsabilidad compartida. La literatura científica sealaa que la cultura preventiva se fortalece cuando existen protocolos claros, capacitación continua y supervisión activa (Martínez-Rojas, 2018).

El protocolo plantea mecanismos para fomentar esta cultura, tales como reuniones de retroalimentación, análisis de incidentes y participación del personal en la mejora continua.





## **Desarticulación entre áreas técnicas, ambientales y administrativas**

Frecuentemente, los laboratorios operan de manera aislada, con escasa comunicación con departamentos administrativos, ambientales o de compras. Esto se refleja en problemas como:

- compra excesiva de reactivos,
- caducidad de productos por falta de inventario,
- desconocimiento de costos asociados al manejo de residuos.

El protocolo propone una articulación transversal en donde cada área tenga responsabilidades definidas dentro del sistema de gestión.

### **Resultados esperados (profundización)**

La implementación del protocolo genera múltiples beneficios a nivel institucional, ambiental y operativo. A continuación, se describen de manera ampliada los resultados más relevantes.

### **Reducción de incidentes químicos graves**

La literatura científica confirma que muchos de los incidentes en laboratorios se originan por errores de segregación o almacenamiento (Pérez & Muñoz, 2019). El protocolo, al incorporar clasificaciones basadas en el GHS, listas de compatibilidad química y procedimientos para envases vacíos, reduce la probabilidad de:

- incendios por vapores inflamables,
- reacciones exotérmicas,





- liberación de gases tóxicos,
- derrames no controlados.

Se espera una reducción significativa en eventos reportados al implementar controles más estrictos.

## **Incremento del cumplimiento normativo**

El cumplimiento de requisitos legales es clave para evitar sanciones, auditorías desfavorables o suspensiones. Con el protocolo, las instituciones pueden demostrar:

- trazabilidad completa de cada residuo,
- entrega comprobada a gestores autorizados,
- uso de formatos oficiales del MAATE,
- aplicación del Decreto 255 en riesgos químicos.

## **Mejora en eficiencia del uso de insumos**

Una gestión organizada del inventario reduce el desperdicio de reactivos y compras innecesarias. La literatura sugiere que los sistemas de inventariado electrónico disminuyen hasta un 40 % la acumulación de sustancias caducadas (EPA, 2022).

## **Disminución de costos asociados a gestión ambiental**

Aunque implementar un protocolo puede implicar inversión inicial en capacitación, infraestructura o sistemas documentales, a largo plazo reduce costos por: menor volumen de residuos, incidentes evitados, sanciones, contratación de gestores en emergencias.





## **Fortalecimiento institucional y reputacional**

Las instituciones científicas que manejan adecuadamente residuos peligrosos mejoran su nivel de cumplimiento, reputación y capacidad para establecer convenios de investigación, especialmente con universidades o centros internacionales que requieren estándares de bioseguridad.

## **Integración normativa – Aplicación operativa**

La integración normativa constituye el cimiento jurídico que respalda el protocolo. A continuación, se detalla cómo se aplican en la práctica las principales regulaciones nacionales e internacionales.

### **Decreto Ejecutivo 255 – Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo**

Este decreto exige que el empleador:

- identifique riesgos químicos,
- establezca controles,
- forme al personal,
- provea EPP,
- implemente procedimientos para sustancias peligrosas.

El protocolo propone:

- identificación de riesgos químicos por residuo,
- capacitación técnica trimestral,





- uso obligatorio de EPP según FDS,
- procedimientos de neutralización y emergencia.

## **Ley Orgánica de Salud**

Establece obligaciones respecto al manejo seguro y almacenamiento de sustancias peligrosas. El protocolo responde diseñando:

-  reas de almacenamiento con ventilación,
- control de inventarios,
- rotación de sustancias,
- eliminación adecuada de productos vencidos.

## **Ley de gestión Ambiental**

Define la responsabilidad del generador. El protocolo responde con:

- registros de generación,
- manifiestos de transporte,
- certificados de disposición final.

## **Normativa MAATE para residuos peligrosos**

Establece requisitos para:

- clasificación,
- transporte,
- gestores autorizados.

El protocolo adopta:





- registros oficiales del MAATE,
- segregación por compatibilidad,
- entrega exclusivamente a operadores autorizados.

## **Sistema Globalmente Armonizado (GHS)**

El protocolo adopta:

- etiquetado,
- pictogramas,
- frases H y P,
- colores normalizados.

## **Directiva 2008/98/CE – Unión Europea**

Propone la jerarquía de manejo. El protocolo incorpora:

- reducción en la fuente,
- sustitución de reactivos,
- compras planificadas.

## **EPA – Estándares para envases vacíos**

Incorpora:

- triple lavado,
- clasificación como residuos peligrosos mientras contengan trazas,
- contenedores rígidos para residuos reactivos.





## **Cierre del desarrollo**

El protocolo presentado integra fundamentos conceptuales, evidencia científica y lineamientos normativos para establecer un sistema robusto de gestión de desechos peligrosos en laboratorios y estaciones experimentales. Su diseño considera la realidad operativa de entornos de investigación y propone medidas aplicables, verificables y sostenibles.

Al finalizar este desarrollo, se evidencia que el manejo de residuos peligrosos no puede limitarse a un conjunto aislado de prácticas, sino que debe entenderse como un sistema integral que articula:

- gestión documental,
- monitoreo interno,
- formación del personal,
- infraestructura adecuada,
- cumplimiento normativo,
- cultura preventiva,
- y responsabilidad institucional.

La implementación del protocolo constituye una oportunidad para fortalecer la protección ambiental, mejorar la seguridad ocupacional, modernizar la gestión científica y promover una cultura de prevención alineada con estándares internacionales.

## **Discusión**

El desarrollo del presente artículo pone de manifiesto que la clasificación y disposición final de desechos peligrosos, envases vacíos y productos





caducados generados en laboratorios y estaciones experimentales constituye un eje estratégico para la prevención de riesgos laborales, la protección ambiental y el cumplimiento de la normativa vigente. La evidencia revisada demuestra que los entornos de investigación y experimentación agropecuaria presentan particularidades operativas que incrementan la exposición a agentes químicos, biológicos y físicos, lo que exige la implementación de protocolos específicos, sistemáticos y adaptados a la realidad operativa de estos espacios (WHO, 2017).

Desde la perspectiva de la seguridad y salud en el trabajo, los resultados del análisis confirman que la ausencia de procedimientos estandarizados para la gestión de residuos peligrosos incrementa significativamente la probabilidad de incidentes laborales, exposiciones no controladas y enfermedades profesionales. De acuerdo con Reason (2000), los accidentes no deben interpretarse únicamente como fallas humanas aisladas, sino como el resultado de deficiencias organizacionales y debilidades en los sistemas de gestión. En este sentido, el protocolo propuesto actúa como una barrera preventiva, fortaleciendo los controles administrativos y operativos, y reduciendo la dependencia exclusiva del comportamiento individual del trabajador.

La revisión normativa realizada evidencia una clara alineación entre la legislación ecuatoriana vigente y los lineamientos internacionales en materia de gestión de residuos peligrosos. Normativas nacionales en seguridad y salud en el trabajo establecen obligaciones específicas para el empleador respecto a la identificación de peligros, evaluación de riesgos y aplicación de medidas de control, mientras que organismos internacionales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2019)





y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2020) destacan la necesidad de aplicar enfoques preventivos integrales que abarquen desde la generación hasta la disposición final de los residuos. Esta convergencia normativa respalda la estructura del protocolo desarrollado y refuerza su validez técnica.

Un aspecto central abordado en esta discusión es el manejo de envases vacíos y productos caducados, los cuales suelen ser subvalorados dentro de los sistemas de gestión de residuos.

Diversos estudios señalan que los envases vacíos pueden contener residuos químicos adheridos, vapores tóxicos o reacciones residuales, representando riesgos tanto para los trabajadores como para el ambiente si no se gestionan adecuadamente (FAO, 2019). De igual manera, los productos caducados pueden experimentar alteraciones químicas que incrementan su peligrosidad, especialmente cuando se almacenan sin controles adecuados. El protocolo propuesto incorpora procedimientos específicos para estos residuos, lo que fortalece la prevención y minimiza el riesgo de exposiciones accidentales o disposiciones inadecuadas.

Desde el enfoque ambiental, la correcta disposición de desechos peligrosos adquiere una relevancia particular en el contexto de laboratorios y estaciones experimentales, debido a su interacción directa con suelos agrícolas, fuentes hídricas y ecosistemas sensibles. La literatura especializada advierte que una gestión inadecuada de estos residuos puede generar contaminación persistente, afectando la biodiversidad, la productividad agrícola y la salud pública (UNEP, 2021). En este sentido, el protocolo desarrollado no solo cumple una función preventiva en materia de SST, sino que también contribuye al fortalecimiento de la gestión





ambiental institucional, alineándose con los principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

Otro elemento relevante identificado en la discusión es el papel de la capacitación y la cultura preventiva como factores determinantes para la efectividad del protocolo. Autores como Geller (2016) señalan que la implementación de procedimientos técnicos sin procesos de formación continua limita su impacto real. La apropiación del protocolo por parte de los trabajadores, el entendimiento del riesgo químico y la participación activa en la gestión de residuos son elementos clave para reducir errores operativos y mejorar el cumplimiento normativo. Por ello, el protocolo integra la capacitación como un componente transversal, reforzando un enfoque preventivo basado en el conocimiento y la corresponsabilidad.

Asimismo, el análisis crítico permite identificar que uno de los principales aportes del protocolo es la integración normativa. La fragmentación de requisitos legales y técnicos ha sido identificada como una debilidad recurrente en la gestión de residuos peligrosos en instituciones de investigación (OECD, 2018). La sistematización de normativas nacionales e internacionales en un solo instrumento facilita su aplicación práctica, mejora la trazabilidad de los residuos y fortalece la toma de decisiones en materia de seguridad y salud ocupacional.

Desde una perspectiva de sistemas de gestión, el protocolo se alinea con los principios de mejora continua promovidos por estándares internacionales como la norma ISO 45001, al integrar identificación de peligros, evaluación de riesgos, controles operativos y verificación periódica. Esta alineación permite que el protocolo sea incorporado de manera efectiva dentro de los sistemas de gestión de SST, contribuyendo





a la reducción sostenida de riesgos y al fortalecimiento de la cultura organizacional preventiva.

Finalmente, la discusión permite afirmar que el protocolo desarrollado trasciende el mero cumplimiento normativo, consolidándose como una herramienta estratégica para la gestión integral del riesgo químico. Su enfoque preventivo, sistemático y adaptable responde a las necesidades reales de laboratorios y estaciones experimentales, promoviendo entornos de trabajo más seguros, responsables y ambientalmente sostenibles. En consecuencia, la implementación de este tipo de protocolos representa una inversión en salud ocupacional, protección ambiental y calidad de la investigación científica, coherente con las exigencias actuales de la gestión responsable del conocimiento y de los recursos naturales.

Adicionalmente, es importante destacar que la estandarización de protocolos como el desarrollado en este estudio favorece la transferencia de buenas prácticas entre laboratorios y estaciones experimentales, permitiendo su replicabilidad en distintos contextos productivos y académicos. Este aspecto fortalece la gestión institucional del riesgo químico y contribuye a consolidar sistemas preventivos más robustos y sostenibles a largo plazo.

## **Conclusiones**

El desarrollo del presente artículo permitió evidenciar la importancia de contar con un protocolo técnico y normativamente fundamentado para la clasificación y disposición final de desechos peligrosos, envases vacíos y productos caducados generados en laboratorios y estaciones experimentales. La revisión bibliográfica y normativa realizada demuestra que estos entornos presentan riesgos específicos asociados al manejo de





sustancias químicas, los cuales, si no son gestionados adecuadamente, pueden derivar en afectaciones a la salud de los trabajadores, impactos ambientales negativos y sanciones legales por incumplimiento de la normativa vigente.

Se concluye que la correcta gestión de estos residuos constituye un elemento clave dentro de los sistemas de seguridad y salud en el trabajo, ya que permite reducir la probabilidad de exposiciones accidentales, enfermedades profesionales y eventos adversos relacionados con el uso y almacenamiento inadecuado de agentes químicos. Asimismo, el análisis comparativo de normativas nacionales e internacionales evidenció una alineación significativa en los principios de prevención, clasificación, segregación, almacenamiento y disposición final, lo que respalda la viabilidad técnica y legal del protocolo desarrollado.

Otro hallazgo relevante es la necesidad de considerar de manera específica los envases vacíos y productos caducados, los cuales suelen ser subestimados dentro de los sistemas de gestión de residuos. La literatura revisada confirma que estos elementos representan un riesgo potencial importante, por lo que su inclusión explícita dentro del protocolo fortalece el enfoque preventivo y reduce brechas operativas en la gestión del riesgo químico.

Adicionalmente, se concluye que la efectividad de cualquier protocolo depende no solo de su diseño técnico, sino también de su integración con procesos de capacitación, supervisión y mejora continua. La incorporación de estos elementos contribuye al fortalecimiento de la cultura preventiva, al cumplimiento normativo y a la sostenibilidad de las medidas implementadas.





Finalmente, el protocolo propuesto se consolida como una herramienta integral que articula la seguridad y salud ocupacional con la gestión ambiental, aportando al desarrollo de prácticas responsables, seguras y sostenibles en el ámbito de la investigación y experimentación científica.

## **Recomendaciones**

Con base en los resultados del análisis documental, normativo y conceptual desarrollado en el presente artículo, se recomienda la implementación formal del protocolo para la clasificación y disposición final de desechos peligrosos, envases vacíos y productos caducados en laboratorios y estaciones experimentales, como un instrumento técnico obligatorio dentro de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo. Su aplicación permitirá estandarizar procedimientos, reducir la variabilidad operativa y fortalecer el cumplimiento de la normativa vigente.

Se recomienda fortalecer los procesos de capacitación y sensibilización dirigidos a todo el personal que manipula sustancias químicas, enfatizando la identificación de riesgos, la correcta clasificación de residuos y la aplicación de medidas preventivas. La formación continua contribuirá a mejorar la percepción del riesgo químico y a reducir errores operativos derivados del desconocimiento o de prácticas inadecuadas.

Asimismo, se sugiere implementar mecanismos de supervisión y seguimiento periódico que permitan verificar el cumplimiento del protocolo y evaluar su efectividad. Estas acciones deben incluir auditorías internas, registros de generación y disposición de residuos, y la actualización periódica del protocolo conforme a cambios normativos o tecnológicos, garantizando un enfoque de mejora continua.





En relación con los envases vacíos y productos caducados, se recomienda establecer procedimientos específicos de inutilización, rotulación y almacenamiento temporal seguro, evitando su reutilización indebida y minimizando riesgos de exposición accidental. De igual forma, se aconseja trabajar de manera coordinada con gestores ambientales autorizados para asegurar una disposición final adecuada y trazable.

Finalmente, se recomienda integrar el protocolo dentro de los sistemas de gestión institucionales, alineándolo con estándares internacionales como la ISO 45001 y con políticas ambientales, de manera que la gestión de desechos peligrosos sea abordada de forma integral. Esta integración permitirá fortalecer la cultura preventiva, mejorar el desempeño ambiental y contribuir al desarrollo de prácticas sostenibles en los entornos de investigación y experimentación.

## **Referencias**

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2020). Hazardous waste management system: General. EPA.

European Commission. (2018). Waste framework directive and hazardous waste management. Publications Office of the European Union.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). Guidelines on the management of empty pesticide containers. FAO.  
<https://www.fao.org>

Geller, E. S. (2016). The psychology of safety handbook (2nd ed.). CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/9781315370019>





International Labour Organization. (2019). Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience. ILO. <https://www.ilo.org>

International Organization for Standardization. (2018). ISO 45001: Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use. ISO.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). Improving hazardous waste management systems. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264303408-en>

Reason, J. (2000). Human error: Models and management. BMJ, 320(7237), 768–770. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7237.768>

United Nations Environment Programme. (2021). Global chemicals outlook II: From legacies to innovative solutions. UNEP. <https://www.unep.org>

World Health Organization. (2017). Safe management of wastes from health-care activities (2nd ed.). WHO Press. <https://www.who.int>

World Health Organization. (2022). Chemical safety and health at work. WHO. <https://www.who.int>

Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial No. 449.

Ministerio del Trabajo. (2024). Acuerdo Ministerial MDT-2024-196. Normativa vigente en seguridad y salud en el trabajo. Registro Oficial.





Revista de Estudios Globales Universitarios

**Metrópolis**

Naranjo, R. Quito, B. Vásquez, D. (2026). **Protocolo para la clasificación y disposición final de desechos peligrosos, envases vacíos y productos caducados generados en laboratorios y Estaciones Experimentales según normativa vigente.** Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios, 7 (1), pp. 2347-2385.

Presidencia de la República del Ecuador. (2024). Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto Ejecutivo No. 255). Registro Oficial Suplemento No. 554.

Consejo Directivo del IESS. (2016). Resolución C.D. 513: Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.



Centro de Investigación  
**Metrópolis**

[www.metropolis.metrouni.us](http://www.metropolis.metrouni.us)



2385