



Implementación de Estrategias para la Prevención de Riesgos en Intervenciones Relacionadas con Productos Químicos para el Personal Operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamb.

Implementation of Strategies for Risk Prevention in Interventions Related to Chemical Products for the Operational Personnel of the Riobamb Fire Department.

Gustavo Adolfo Peñafiel Salazar¹ 

gapenafiels@itsoriente.edu.ec.

Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Benjamín Gabriel Quito Cortez² 

benjaminquito@bqc.com.ec

Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Daniela Fernanda Vásconez Duchicela³ 

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: Peñafiel, G. Quito, B. Vásconez, D. (2026). **Implementación de Estrategias para la Prevención de Riesgos en Intervenciones Relacionadas con Productos Químicos para el Personal Operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamb.** *Metrópolis*. Revista de Estudios Globales Universitarios, 7 (1), pp. 2561-2608.

¹ Tecnólogo en seguridad y salud ocupacional. Instituto Universitario de Tecnología Superior de Oriente (ITSO).

² Abogado, Magister en Educación (Universidad Bicentennial 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.

³ 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 Bicentennial de Aragua, Venezuela.





Resumen

Las intervenciones de emergencia que involucran productos químicos representan un riesgo significativo para la seguridad y salud del personal operativo de los cuerpos de bomberos. En el contexto del Cuerpo de Bomberos Riobamba, la exposición a sustancias peligrosas como gases, líquidos corrosivos y materiales inflamables requiere la adopción de estrategias preventivas sólidas que garanticen una respuesta segura y eficiente. El presente artículo tiene como objetivo analizar e implementar estrategias para la prevención de riesgos en intervenciones relacionadas con productos químicos, mediante una revisión bibliográfica y documental de normativas nacionales e internacionales, protocolos institucionales y estudios recientes sobre gestión de materiales peligrosos. La metodología empleada es de tipo cualitativa, basada en el análisis descriptivo de fuentes académicas, legales y técnicas. Entre los resultados esperados, se destaca la identificación de falencias operativas en el manejo de incidentes con materiales peligrosos, HAZMAT, así como la propuesta de medidas estratégicas para fortalecer la preparación y respuesta del personal operativo. Estas estrategias se sustentan en la normativa ecuatoriana vigente y en estándares internacionales como los establecidos por la National Fire Protection Association, NFPA, la Occupational Safety and Health Administration, OSHA, y la Guía de Respuesta a Emergencias, GRE. Finalmente, se concluye que la implementación de estrategias de prevención específicamente diseñadas y adaptadas al contexto local resulta fundamental para reducir de manera significativa los riesgos asociados a la manipulación y control de sustancias peligrosas. Estas estrategias deben considerar las particularidades del entorno, como las condiciones geográficas, sociales, económicas y culturales, para asegurar su efectividad en territorio. **Palabras clave:** Riesgos químicos, materiales peligrosos, prevención, bomberos, estrategias operativas.

Abstract

Emergency interventions involving chemical products are a risk to the safety and health of operational personal in fire departments. In the context of the Riobamba Fire Department, exposure to hazardous substances such as toxic gases, corrosive liquids, flammable materials, and biological agents requires the implementation of structured prevention strategies to ensure a safe and effective response. This research article aims to analyze and propose strategies for the prevention of risk factors involving chemical products, based on a qualitative methodological approach. The study is based in a bibliographic review of national and international regulations, technical standards, operational protocols, and recent scientific literature related to hazardous materials management. The methodology is qualitative and descriptive, focusing on the analysis of Ecuadorian legal frameworks, including occupational safety regulations, as international standards such as those issued by the National Fire Protection Association (NFPA), the Occupational Safety and Health Administration (OSHA), and the Emergency Response Guidebook (ERG 2024). The analysis highlights operational gaps in the management of hazardous materials (HAZMAT) incidents, particularly regarding protocol standardization, continuous training, interinstitutional coordination, also the maintenance of personal protective equipment. The results emphasize the need to strengthen institutional welfare through the formalization of specialized HAZMAT units, the implementation of standardized operational protocols, and the integration of the Incident Command System (ICS). It is concluded that the application of prevention strategies specifically designed and





adapted to the local context is essential to reduce environmental risks. These strategies must be considering geographical, social, and economic factors to ensure their effectiveness in emergency scenarios. **Keywords:** Chemical risks, hazardous materials, prevention, firefighters, operational strategies.

Introducción.

Las emergencias que involucran productos químicos son eventos de alto riesgo que exigen un nivel elevado de preparación técnica, conocimiento normativo y capacidad operativa por parte de los cuerpos de bomberos. En el caso del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, las intervenciones con materiales peligrosos, han aumentado en los últimos años debido al crecimiento industrial y al transporte de sustancias químicas en la región central del Ecuador. Estas circunstancias incrementan la exposición del personal operativo a agentes tóxicos, corrosivos, inflamables y explosivos, generando la necesidad de fortalecer las estrategias de prevención y respuesta.

Según la Organización Internacional del Trabajo (2020), la gestión de sustancias peligrosas constituye uno de los mayores desafíos contemporáneos en la seguridad y salud ocupacional, pues la exposición no controlada puede provocar lesiones agudas, enfermedades crónicas e incluso fatalidades. La normativa ecuatoriana, particularmente el Decreto Ejecutivo 2393 (2024), establece las disposiciones generales del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, obligando a las instituciones públicas y privadas a identificar y controlar los riesgos derivados del uso y manejo de sustancias químicas. De igual forma, la Constitución de la República del Ecuador (2008), garantiza el derecho a un ambiente sano y seguro, lo que implica que el Estado y sus instituciones como los cuerpos de bomberos





deben desarrollar políticas y prácticas que minimicen los riesgos asociados a productos peligrosos.

A nivel internacional, las normas de la National Fire Protection Association, NFPA, proporcionan un marco de referencia esencial. Según la NFPA 472 (2020), los Cuerpos de Bomberos deben capacitar a su personal en el reconocimiento, evaluación y control de incidentes con materiales peligrosos, garantizando la seguridad personal y comunitaria. Por su parte, la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, OSHA, (2021) enfatiza en la necesidad de establecer programas de prevención, uso adecuado de equipos de protección personal, EPP, y planes de contingencia basados en escenarios probables.

El presente artículo académico se enmarca dentro de un enfoque cualitativo y tiene como objetivo proponer estrategias de prevención de riesgos en intervenciones relacionadas con productos químicos. La metodología utilizada se fundamenta en la revisión bibliográfica y documental de normas nacionales e internacionales, guías técnicas, estudios científicos y protocolos de actuación de distintos cuerpos de bomberos.

En este trabajo de investigación se resolverá la pregunta: ¿Qué estrategias de prevención pueden implementarse en el Cuerpo de Bomberos de Riobamba para reducir los riesgos asociados a intervenciones con productos químicos?, el análisis parte de la premisa de que, si bien el Cuerpo de Bomberos de Riobamba dispone de equipos y materiales para la atención de emergencias con sustancias peligrosas, persisten falencias en la estandarización de protocolos, capacitación continua y procedimientos operativos.





Marco Teórico.

El abordaje de incidentes con materiales peligrosos, HAZMAT, exige integrar fundamentos conceptuales y exigencias normativas que orienten la prevención del daño a la salud, la vida y el ambiente. En el contexto ecuatoriano, el marco constitucional establece un deber inexcusable: según la Constitución de la República del Ecuador (2008), el Estado reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado y declara de interés público la prevención del daño ambiental, lo que habilita y obliga a las instituciones de respuesta entre ellas, los cuerpos de bomberos, a organizar sistemas de gestión y protocolos proactivos de control de riesgos químicos.

En el plano reglamentario, el Decreto Ejecutivo 2393 (2024), Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, dispone que toda actividad laboral debe prevenir, disminuir o eliminar los riesgos del trabajo, fijando obligaciones institucionales (programas, comités, capacitación, dotación de EPP) y responsabilidades de los trabajadores (cumplimiento de medidas preventivas), elementos que se traducen en requisitos operativos para brigadas y bomberos al intervenir con sustancias peligrosas. En consecuencia, las intervenciones HAZMAT del Cuerpo de Bomberos de Riobamba deben articular su sistema preventivo con esta normativa, incorporando procedimientos escritos, entrenamiento periódico, supervisión y auditoría.

A nivel internacional, los estándares de la National Fire Protection Association ,NFPA, se han consolidado como referentes técnicos para la respuesta a materiales peligrosos. Tras un proceso de consolidación normativa, la NFPA agrupó y actualizó las antiguas NFPA 472/473 (competencia y respuesta médica) y 1072 (competencia profesional) en la





NFPA 470: Hazardous Materials/Weapons of Mass Destruction ,WMD, Standard for Responders (edición 2022), proporcionando el marco de competencias, organización de la escena, control de fuentes y descontaminación para personal a distintos niveles (awareness, operations, technician). Según la NFPA 470 (2022), los servicios de emergencia deben asegurar formación y evaluación de competencias por niveles, integración del comando de incidentes, selección de EPP de protección química y procedimientos de descontaminación técnica y masiva.

Complementariamente, para la identificación rápida de peligros en el sitio, la NFPA 704 establece el conocido diamante de riesgos (salud, inflamabilidad, inestabilidad y peligros especiales), útil para la valoración inicial, señalización de instalaciones y toma de decisiones tácticas.

En el ámbito ocupacional, el estándar Hazardous Waste Operations and Emergency Response, HAZWOPER, de OSHA 29 CFR 1910.120 (2025), fija requisitos mínimos para la gestión de operaciones con sustancias peligrosas y respuesta a emergencias: programa escrito de seguridad y salud, estructura organizacional, plan de emergencias, capacitación por funciones, vigilancia médica, selección y mantenimiento del EPP, control de la exposición y procedimientos de descontaminación. De acuerdo con OSHA 1910.120, los empleadores deben establecer por escrito el programa de seguridad y salud, con organización, plan de trabajo, análisis de peligros, control de riesgos y planes de respuesta, y garantizar la capacitación acorde con los roles (primera respuesta, operaciones o técnico). Este marco es congruente con el mandato del Decreto 2393 y ofrece lineamientos prácticos para el diseño de protocolos y la verificación de competencias del personal operativo del Cuerpo de Bomberos.





Para el primer período de la emergencia los primeros minutos donde se define la estrategia, la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia, GRE, (2024) del Departamento de Transporte de Estados Unidos. constituye el material táctico de referencia. La edición GRE 2024 mantiene la lógica de identificación por número de la Organización de las Naciones Unidas, ONU, clases de riesgo, distancias de aislamiento/protección inicial y acciones defensivas seguras, diseñada para responder en los primeros 30 minutos de un incidente de transporte de mercancías peligrosas. En la práctica, integrar la GRE 2024 a los procedimientos de despacho y a la lectura de rótulos, paneles y documentación de transporte reduce la incertidumbre inicial y guía decisiones de zonificación, evacuación o confinamiento.

En cuanto a la clasificación y comunicación del peligro químico, el Sistema Globalmente Armonizado, SGA, de Naciones Unidas homologa criterios de clasificación de peligros y elementos de comunicación como etiquetas y hojas de datos de seguridad. La Revisión 10 (2023), del SGA incorpora mejoras en definiciones, en enunciados precautorios y en métodos no animales, lo que impacta directamente en cómo se actualizan etiquetas y las hojas de seguridad en las instalaciones y en la logística del transporte.

Desde el punto de vista operativo, la articulación entre estándares y normativa debe traducirse en cuatro pilares: (1) competencias y entrenamiento escalonados (NFPA 470) con certificaciones por niveles y evaluación periódica; (2) gestión del riesgo con procedimientos escritos compatibles con HAZWOPER y el Decreto; (3) identificación de peligros y comunicación mediante SGA y NFPA 704 (señalización en instalaciones y comprensión de pictogramas); y (4) toma de decisiones inicial basada en GRE 2024 (zonificación, distancias de protección, elección del EPP en fase





defensiva).

Estado del Arte

El estudio de las estrategias de prevención en intervenciones con productos químicos dentro de los cuerpos de bomberos ha sido ampliamente abordado en la literatura científica reciente, destacándose la evolución de los enfoques operativos, tecnológicos y formativos orientados a la reducción de riesgos durante incidentes con materiales peligrosos.

Según Gutiérrez y Ríos (2020), la efectividad de la respuesta ante incidentes HAZMAT depende de la integración entre la capacitación técnica, la evaluación de riesgos y la cultura organizacional preventiva, los autores concluyen que la mayor debilidad se encuentra en la falta de estandarización de procedimientos y en la escasa actualización de protocolos de descontaminación y confinamiento. Estos hallazgos reflejan la realidad de muchos cuerpos de bomberos en países en desarrollo, incluido Ecuador, donde las limitaciones presupuestarias y la heterogeneidad en la formación técnica dificultan la implementación de estrategias preventivas consistentes.

En investigaciones más recientes, Rodríguez, Martínez y Rivas (2022) analizan los factores críticos en la gestión de emergencias químicas en entornos urbanos de alta densidad poblacional, destacando que la planificación interinstitucional, el mapeo de riesgos y el entrenamiento por simulacros son determinantes para minimizar la exposición del personal operativo. Su estudio propone la adopción de programas integrales de prevención basados en competencias, compatibles con los lineamientos de la NFPA 470 (2022) y la normativa OSHA 1910.120. Estas evidencias





respaldan la importancia de consolidar protocolos locales d actuación adaptados a las realidades geográficas y estructurales.

Por su parte, Vásquez (2021) sostiene que la prevención de riesgos en intervenciones con productos químicos debe abordarse desde la gestión del conocimiento institucional, promoviendo sistemas de aprendizaje continuo, evaluación post-evento y documentación de lecciones aprendidas. En su análisis sobre cuerpos de bomberos en Chile, la autora identifica que la sistematización de experiencias es una práctica aún limitada, lo que impide la mejora continua de los protocolos operativos. Esta observación es relevante para el Cuerpo de Bomberos de Riobamba, donde la generación de registros técnicos y la retroalimentación posterior a cada incidente son aspectos que pueden optimizarse para consolidar una cultura preventiva.

El desarrollo de modelos de gestión del riesgo químico ha sido otro eje de investigación contemporáneo. Fernández et al. (2020) propusieron un modelo de gestión integral para unidades HAZMAT basado en la combinación de análisis cualitativos y cuantitativos de riesgo, integración del comando de incidentes y evaluación del desempeño operativo. Según los autores, la incorporación de indicadores de desempeño preventivo permite medir la eficacia de las estrategias y justificar la asignación de recursos. Este enfoque resulta aplicable al contexto de Riobamba, donde la evaluación sistemática de las operaciones aún se encuentra en fase incipiente.

En el ámbito tecnológico, López y Benítez (2023) destacan el papel de la innovación en la reducción de la exposición del personal operativo. Su investigación sobre el uso de drones y sensores de lectura remota en





operaciones HAZMAT evidencia que la incorporación de tecnologías de monitoreo ambiental permite identificar concentraciones peligrosas sin necesidad de ingreso inmediato del personal a la zona caliente. Si bien estas herramientas no sustituyen la intervención humana, complementan las estrategias de prevención mediante el principio de distancia como protección. En Ecuador, su adopción aún es limitada, pero experiencias de cuerpos de bomberos en Quito y Guayaquil demuestran avances progresivos en la integración tecnológica.

Asimismo, Jiménez y Ortega (2019) analizan la influencia del liderazgo y la comunicación en la reducción de accidentes durante emergencias químicas. Según sus hallazgos, la eficacia de una estrategia preventiva depende tanto del conocimiento técnico como de la claridad en la cadena de mando y la confianza en los procesos de comunicación. Este elemento es coherente con los lineamientos del Sistema de Comando de Incidentes, SCI, el cual, de acuerdo con la NFPA 1561 (2020), establece una estructura organizacional para la gestión de incidentes multicomponente, garantizando la coordinación y seguridad en la escena.

Otra línea de investigación relevante aborda la evaluación psicológica y ergonómica del personal expuesto. Sánchez y Bravo (2020) indican que la fatiga, el estrés térmico y la carga cognitiva son factores que pueden comprometer la toma de decisiones en escenarios con sustancias peligrosas. Este aspecto adquiere especial relevancia para los bomberos que cumplen guardias prolongadas de 24 horas, como en el Cuerpo de Bomberos de Riobamba, donde la exposición acumulativa a condiciones extremas puede incrementar el riesgo de error operativo. En el plano de la gestión institucional, Carvajal y Molina (2023) plantean que la





sostenibilidad de las estrategias preventivas depende de la existencia de políticas internas claras, respaldo presupuestario y liderazgo técnico comprometido. Según su análisis en cuerpos de bomberos del sur de Colombia, las instituciones que establecen unidades especializadas y mantienen registros de cumplimiento normativo logran reducir hasta un 30 % los incidentes relacionados con fallas en procedimientos de contención y descontaminación.

Desarrollo.

Diagnóstico situacional del Cuerpo de Bomberos Riobamba

El Cuerpo de Bomberos de Riobamba cumple una función esencial dentro del sistema de respuesta ante emergencias de la provincia de Chimborazo y forma parte activa del ECU SIS 911, el sistema integrado de gestión de emergencias del país. A través de esta integración, el Cuerpo de Bomberos de Riobamba coordina la atención inmediata y eficiente de incendios, rescates y, en particular, incidentes que involucran productos químicos peligrosos. Como cabecera provincial, el Cuerpo de Bomberos de Riobamba no solo responde directamente a emergencias dentro de su jurisdicción, sino que también brinda apoyo operativo y logístico a los cuerpos de bomberos de los cantones vecinos. Esto es fundamental, ya que muchas de estas instituciones locales no cuentan con la capacidad suficiente para manejar emergencias de gran magnitud, especialmente aquellas que requieren equipamiento especializado o una capacidad de respuesta rápida y coordinada.





El Cuerpo de Bomberos de Riobamba al momento cuenta con tres estaciones distribuidas en puntos estratégicos dentro del cantón Riobamba, cada compañía alberga un numérico de 9 bomberos operativos por cada turno de 24 horas, las estaciones están equipadas con unidades de rescate, ambulancias, autobombas, vehículos cisterna, unidades 4x4 off road y una unidad de soporte tecnológico; dentro de los grupos especializados al momento dispone de una unidad HAZMAT formalmente establecida destinada para atender adecuadamente incidentes con sustancias químicas peligrosas, un área crítica dada la frecuencia por el constante tránsito de vehículos de carga pesada por la Troncal de La Sierra E35 que pasa por la ciudad de Riobamba por la Av. Mons. Leónidas Proaño conocida como By Pass, esta se conecta a la carretera Balbanera, Pallatanga, Cumandá E487 para posterior conectarse a la carretera E40, que llega a la ciudad de Guayaquil y de ahí se deriva a diferentes vías hacia lo costa ecuatoriana. A lo largo de esta vía es común observar el tránsito de vehículos de alto tonelaje a toda hora que llevan consigo materiales o productos químicos para los diferentes procesos industriales, en más de una ocasión el Cuerpo de Bomberos de Riobamba ha atendido estos incidentes con materiales peligrosos como fugas de gas licuado de petróleo ,GLP, de autotanques, derrames de derivados de petróleo (combustibles) así como también la caída de contenedores intermodales que contienen productos químicos, en ocasiones desconocidos.

En los últimos años a nivel urbano dentro de los límites cantonales se han registrado incidentes con materiales peligrosos relacionadas en su gran mayoría y principalmente por fugas de GLP, derrames de hidrocarburos, reacciones químicas domésticas y accidentes en el transporte de





productos peligrosos. Aunque en su mayoría estos eventos son de escalada moderada, representan un riesgo significativo para el personal operativo y la comunidad, especialmente cuando no existen protocolos estandarizados ni equipos de protección adecuados en cada una de las compañías operativas.

La evaluación interna del Cuerpo de Bomberos de Riobamba se puede evidenciar tres problemáticas recurrentes:

1. Falta de protocolos específicos para emergencias químicas, lo que conduce a una improvisación táctica y decisiones reactivas.
2. Capacitación insuficiente del personal operativo en identificación, contención y descontaminación de sustancias.
3. Limitada coordinación interinstitucional con organismos de control, transporte y empresas químicas locales.

Aunque a nivel de Cuerpos de Bomberos se cuenta con materiales de referencia como la Guía de Respuesta en Caso de Emergencias (2024) y manuales operativos como el de la NFPA 470 (2022), estos aún no han sido formalmente adoptados como normativa interna. Se requiere un enfoque integral que contemple entrenamiento por niveles, comunicación interinstitucional efectiva y estandarización de procedimientos bajo un sistema de comando unificado, según indican las mejores prácticas internacionales.

El diagnóstico revela además atención que, pese a disponer de equipos básicos para HAZMAT como detectores multi gas, trajes encapsulados, absorbentes, su uso no está protocolizado ni se aplica mantenimiento preventivo de acuerdo con las recomendaciones de la OSHA (2021). Esta





situación incrementa la vulnerabilidad ante fallas operativas, la exposición al personal y la posibilidad de contaminación secundaria, por lo que se hace indispensable implementar estrategias preventivas sostenibles y fortalecer la logística para la atención conjunta en la provincia y los cantones integrados al sistema.

Identificación y clasificación de los riesgos químicos en Riobamba

La ciudad de Riobamba y su zona de influencia presentan una combinación de riesgos industriales, comerciales y de transporte, vinculados con la manipulación de sustancias peligrosas. Según el Plan de Contingencia Cantonal (GAD Riobamba, 2023), los sectores norte y sur concentran la mayor parte de los establecimientos con materiales inflamables, combustibles, tóxicos y corrosivos, mientras que la zona urbana central mantiene exposición a gases licuados, productos de limpieza y aerosoles presurizados.

Los principales riesgos químicos identificados en la jurisdicción del Cuerpo de Bomberos de Riobamba son los siguientes:

a) Gases tóxicos e inflamables

Los gases como amoníaco, cloro, gas licuado de petróleo y acetileno representan un riesgo constante en Riobamba, debido a la existencia de plantas de refrigeración, fábricas de alimentos, talleres de soldadura y tanques estacionarios domésticos. Según la NFPA 55 (2023), el almacenamiento y uso de gases comprimidos exige controles de ventilación, separación de zonas y señalización visible, medidas que no siempre se cumplen en las instalaciones locales. Una fuga de cloro, por





ejemplo, puede generar efectos irritantes severos en vías respiratorias y contaminación ambiental inmediata.

b) Combustibles e hidrocarburos

El transporte de combustibles líquidos como gasolina, diésel y aceites industriales constituye otro riesgo relevante. La Norma INEN 2266 (2013) regula el transporte, almacenamiento y manejo de combustibles en Ecuador, estableciendo requisitos técnicos de contención, conexión a tierra y sistemas contra incendios. No obstante, los accidentes por vuelco de tanqueros y derrames en estaciones de servicio continúan siendo recurrentes. Según la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, ARCERNR, (2023), en la provincia de Chimborazo se registraron seis incidentes de este tipo entre 2021 y 2023, todos atendidos por el Cuerpo de Bomberos de Riobamba.

c) Sustancias corrosivas

Entre las sustancias corrosivas más frecuentes se encuentran los ácidos sulfúrico, clorhídrico y nítrico, empleados en laboratorios, limpieza industrial y mantenimiento automotriz. Estas sustancias generan riesgos severos de quemaduras químicas y deterioro del EPP si no se manipulan adecuadamente. Según la NFPA 400 (2021), los materiales corrosivos deben almacenarse en áreas ventiladas, sobre bandejas de retención y con neutralizantes disponibles, medidas que son escasamente verificadas por los entes locales.





d) Riesgos biológicos asociados

Si bien los cuerpos de bomberos se asocian principalmente con riesgos químicos o físicos, también enfrentan exposición a agentes biológicos, especialmente durante incidentes en hospitales, vertederos y rescates de animales contaminados. Según la OIT (2020), los bomberos pueden verse expuestos a virus, bacterias o fluidos corporales contaminados en escenarios donde se mezclan desechos clínicos con sustancias químicas, por lo que se recomienda incorporar procedimientos de bioseguridad complementarios en las intervenciones HAZMAT.

e) Riesgos por incompatibilidad de sustancias

La coexistencia de materiales incompatibles, como oxidantes y combustibles, genera escenarios de riesgo elevado. De acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado, SGA, (2023), la identificación de incompatibilidades químicas debe ser parte del análisis de peligros previo a cualquier operación de respuesta. En Riobamba, se ha identificado que algunas bodegas almacenan simultáneamente ácidos y solventes, lo que incrementa el potencial de reacciones exotérmicas y explosiones.

Estos riesgos demandan la implementación de protocolos preventivos y de respuesta inmediata basados en la clasificación del peligro, el tipo de exposición y la magnitud del incidente. La NFPA 472 (2020), recomienda utilizar el sistema de niveles de protección y las zonas operativas (caliente, tibia y fría) como base para las acciones iniciales, aspecto que debe incorporarse en la planificación del Cuerpo de Bomberos de Riobamba.





Equipos de protección personal para la atención de incidentes

HAZMAT

El equipo de protección personal, EPP, es la primera barrera de defensa frente a la exposición química durante una intervención HAZMAT. Según la OSHA (2021) y la NFPA 1991–1994 (2022), la selección del EPP debe basarse en el tipo de sustancia, el estado físico del agente, la concentración, la vía de exposición y las condiciones ambientales. Los EPP utilizados en operaciones HAZMAT se clasifican en cuatro niveles de protección (A, B, C y D).

Nivel A: Protección máxima

Este nivel ofrece el mayor grado de protección respiratoria, cutánea y ocular. Incluye traje totalmente encapsulado presurizado, guantes y botas químicamente resistentes, y un equipo de respiración autónoma, ERA, interno. Es utilizado en situaciones donde el tipo y la concentración del contaminante son desconocidos o extremadamente peligrosos (por ejemplo, gases tóxicos, vapores corrosivos o fugas de sustancias volátiles). Según la NFPA 1991 (2022), los trajes de nivel A deben someterse a pruebas de presión y resistencia química cada seis meses.

Nivel B: Alta protección respiratoria

El nivel B proporciona el mismo grado de protección respiratoria que el nivel A, pero menor protección cutánea. Incluye traje salpicadura resistente, guantes dobles, botas químicas y ERA externo. Este nivel es apropiado cuando se conoce el tipo de sustancia, pero no la concentración exacta, como en derrames líquidos o fugas controladas. En el Cuerpo de Bomberos de Riobamba, este tipo de trajes es el más disponible, aunque su





mantenimiento y almacenamiento requieren revisión según las recomendaciones de la NFPA 1992 (2021).

Nivel C: Protección moderada

Se utiliza cuando la concentración del contaminante es conocida y existe oxígeno suficiente en el ambiente. El equipo incluye respiradores purificadores de aire con cartuchos químicos, overoles resistentes a salpicaduras, guantes y botas de neopreno. Es adecuado para operaciones de descontaminación o limpieza secundaria. La OSHA (2021) advierte que este nivel no protege contra vapores o gases altamente tóxicos, por lo que su uso debe limitarse a zonas frías o controladas.

Nivel D: Protección mínima

Corresponde a la protección básica utilizada por personal que no está expuesto directamente al contaminante. Consiste en uniforme estructural, casco, guantes y botas estándar. En el contexto del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, este nivel se aplica a tareas de apoyo logístico o supervisión alejada del punto de exposición.

Además de la clasificación por nivel, el EPP debe acompañarse de otros elementos complementarios como:

1. Monitores multi gas (O₂, CO, H₂S, LEL) para verificar atmósferas seguras antes del ingreso.
2. Guantes de nitrilo o butilo con resistencia química certificada (EN 374 o ASTM F739).
3. Equipos de comunicación intrínsecamente seguros, según la NFPA 1221 (2020).





4. Kits de descontaminación personal (jabones neutros, absorbentes y duchas portátiles).
5. Uniformes de intervención estructural con membrana anti química para tareas de apoyo.

El mantenimiento del EPP es parte crítica de la prevención. Según la NFPA 1852 (2021), cada elemento debe ser inspeccionado antes y después de cada uso, con registros documentados. En el Cuerpo de Bomberos de Riobamba, esta práctica se cumple parcialmente, por lo que se propone implementar un sistema de control de inventario digital que permita rastrear la vida útil de los equipos y las pruebas de hermeticidad.

Por otra parte, la capacitación en colocación y retiro del EPP (donning y doffing) es esencial para evitar la contaminación cruzada. La NFPA 470 (2022) y el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, CDC, (2023) recomiendan entrenamientos trimestrales con evaluación práctica. Esta rutina aún no está institucionalizada en el Cuerpo de Bomberos de Riobamba, lo que representa un vacío en la preparación del personal operativo.

En suma, la correcta selección, mantenimiento y uso del EPP constituye una medida estratégica de prevención primaria frente a riesgos químicos. La integración de estos procedimientos dentro de los protocolos institucionales garantizará la protección efectiva del personal y la eficiencia en la respuesta ante emergencias con materiales peligrosos.





Protocolos iniciales de actuación en emergencias químicas

El éxito de una intervención con materiales peligrosos depende en gran medida del cumplimiento riguroso de los protocolos iniciales de actuación, que garantizan la seguridad del personal, la población y el medio ambiente. De acuerdo con la NFPA 470 (2022) y la Guía de Respuesta en Caso de Emergencias, GRE, (2024), toda respuesta ante incidentes HAZMAT debe desarrollarse en cinco fases secuenciales: notificación, reconocimiento, evaluación, control y recuperación.

a) Notificación y despacho

El proceso inicia con la recepción de la alarma. El personal del centro de comunicaciones debe obtener información básica: tipo de producto involucrado, ubicación exacta, cantidad estimada y condiciones del entorno. Según la OSHA (2021), la comunicación clara y la clasificación temprana del incidente permiten movilizar los recursos adecuados. En el caso del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, se recomienda incluir un código de despacho HAZMAT, diferenciando este tipo de emergencias de las intervenciones estructurales convencionales.

b) Reconocimiento y delimitación de zonas

Al arribar a la escena, el jefe de unidad debe realizar un reconocimiento visual a distancia, evitando el ingreso inmediato. Conforme a la NFPA 472 (2020), se deben establecer tres zonas operativas:

- Zona caliente: área de contaminación directa. Solo ingresa personal con nivel A o B de protección.
- Zona tibia: área de descontaminación y transición.





- Zona fría: área segura para comando e información.

La delimitación debe realizarse utilizando cintas de señalización, conos, o incluso vehículos como barreras físicas. Es vital posicionar las unidades de emergencia en dirección contraria al viento para evitar la exposición a vapores o gases.

c) Identificación del producto peligroso

Una vez delimitada la escena, se procede a la identificación de la sustancia mediante la observación de rótulos (SGA, NUMERO DE IDENTIFICACION DE LA ONU, NFPA 704), documentos de transporte o sistemas electrónicos como CAMEO Chemicals. La GRE (2024) facilita la identificación por número ONU y orienta sobre distancias de aislamiento y acciones defensivas iniciales.

Cuando la identificación no es posible visualmente, se deben utilizar detectores multigás o papel indicador de pH, manteniendo siempre una distancia prudente. Según la NFPA 470 (2022), no debe iniciarse ninguna acción ofensiva hasta confirmar la naturaleza del agente químico.

d) Control inicial del incidente

El control depende del tipo de producto y la magnitud del evento. Las acciones iniciales recomendadas incluyen:

- Eliminación de fuentes de ignición y cierre de válvulas (si es seguro hacerlo). Aplicación de material absorbente o neutralizante.
- Confinamiento del derrame con diques o almohadillas absorbentes.





- Establecimiento de rutas de evacuación o confinamiento de la población.

Las operaciones ofensivas, como el taponamiento de fugas o trasvase de producto, solo deben realizarse por personal con nivel técnico (Technician) y bajo supervisión del Sistema de Comando de Incidentes (SCI).

e) Descontaminación

La descontaminación es una fase crítica que busca eliminar los residuos químicos del personal, los equipos y las víctimas. Según la NFPA 470 (2022) y el CDC (2023), existen dos tipos:

- Descontaminación técnica: para personal y equipos, utilizando soluciones neutras y procedimientos estandarizados.
- Descontaminación masiva: para múltiples víctimas, aplicando agua a presión y jabón neutro durante al menos 3 minutos.

El Cuerpo de Bomberos de Riobamba debe establecer puntos fijos de descontaminación, preferiblemente con duchas portátiles, piscinas colectoras y materiales absorbentes. La descontaminación parcial o incorrecta puede propagar la contaminación a zonas seguras.

f) Recuperación y registro

Finalizada la intervención, se debe realizar una evaluación post-evento con registro de tiempos, materiales utilizados, personal expuesto y observaciones tácticas. Según Vásquez (2021), este proceso es fundamental para la retroalimentación institucional y la mejora continua.





Estrategias de prevención de riesgos y gestión operativa

Con base en el diagnóstico y en las experiencias de otros cuerpos de bomberos, se proponen las siguientes estrategias integrales adaptadas al Cuerpo de Bomberos Riobamba: Estrategia 1: Formalización de la Unidad HAZMAT Riobamba. La creación de una Unidad Especializada en Materiales Peligrosos dentro del Cuerpo de Bomberos de Riobamba permitirá centralizar la planificación, la capacitación y la respuesta ante incidentes químicos. Esta unidad debe operar bajo un reglamento interno, contar con personal certificado según NFPA 470 (2022) y mantener un inventario actualizado de sustancias peligrosas dentro de la jurisdicción.

Estrategia 2: Capacitación continua y certificación profesional. El personal debe recibir entrenamiento trimestral basado en la pirámide de competencias HAZMAT, que incluye niveles Concienciación, Operaciones y Técnico. La NFPA 470 (2022) y la OSHA 1910.120 (2025) establecen que la certificación periódica garantiza la competencia y reduce el riesgo de exposición. Se propone además la creación de un Centro de Entrenamiento Regional HAZMAT, que pueda brindar formación a bomberos de otras provincias.

Estrategia 3: Implementación de un sistema de gestión de seguridad química. Inspirado en la norma ISO 45001 (2018) y los principios de HAZWOPER, este sistema debe incluir:

1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos.
2. Políticas de control operacional.
3. Procedimientos documentados y auditorías internas.





4. Plan de emergencias químicas y vigilancia de la salud ocupacional.

La integración de este sistema al modelo de gestión institucional permitirá monitorear indicadores de desempeño preventivo. Estrategia 4: Modernización del equipamiento técnico. Se recomienda la adquisición de:

- Trajes nivel A certificados NFPA 1991 (2022).
- Equipos ERA con máscaras de presión positiva.
- Detectores multigás y cámaras infrarrojas para detección remota.
- Unidades móviles de descontaminación.
- Drones de monitoreo con sensores térmicos y químicos.

El mantenimiento preventivo y las pruebas de hermeticidad deben realizarse cada seis meses, registrándose en un sistema digital de control de inventario. Estrategia 5: Coordinación interinstitucional. Siguiendo las recomendaciones de Pérez et al. (2022), se debe establecer un protocolo de cooperación entre el Cuerpo de Bomberos de Riobamba, la Policía Nacional, el SNGRE, el Ministerio del Ambiente y las empresas privadas con riesgo químico. Los simulacros conjuntos deben realizarse al menos dos veces al año, con participación comunitaria y evaluación técnica.

Estrategia 6: Cultura preventiva y resiliencia institucional. Promover una cultura preventiva implica incorporar la seguridad como valor institucional. De acuerdo con la OIT (2020), la prevención debe ser parte de la ética organizacional. Se sugiere implementar un Programa de Reconocimiento al Mérito Preventivo, evaluando la adherencia del





personal a los procedimientos de seguridad, así como el uso correcto del EPP.

Viabilidad institucional y beneficios esperados

La aplicación de las estrategias descritas requiere una evaluación integral de la viabilidad técnica, económica y administrativa. Según Carvajal y Molina (2023), los proyectos de gestión del riesgo químico deben enmarcarse en políticas institucionales sostenibles, con financiamiento estable y liderazgo técnico.

a) Viabilidad técnica

El Cuerpo de Bomberos de Riobamba posee infraestructura básica, vehículos especializados y personal con experiencia en rescate y combate de incendios, lo que constituye una base sólida para implementar el programa HAZMAT. Las capacitaciones iniciales pueden realizarse en coordinación con cuerpos de bomberos aliados (Quito y Guayaquil) y el SNGRE, minimizando costos iniciales.

b) Viabilidad económica

Si bien la adquisición de EPP y equipos especializados implica inversión, la reducción de accidentes y de exposición del personal compensará estos costos a mediano plazo. Además, pueden gestionarse fondos mediante el Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE), programas de cooperación internacional y convenios con empresas locales que manipulen productos químicos.

c) Viabilidad administrativa





La implementación del programa requiere incluir la gestión HAZMAT dentro del Plan Operativo Anual (POA) y del Plan Estratégico 2025–2030 del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, asegurando continuidad más allá de los periodos administrativos. La designación de un coordinador HAZMAT institucional permitirá mantener la trazabilidad del proceso.

d) Beneficios esperados

Los beneficios de la aplicación de estas estrategias incluyen: Reducción de la exposición del personal operativo. Mejora de la capacidad institucional de respuesta. Cumplimiento de normativa nacional e internacional. Protección del medio ambiente ante derrames o fugas. Fortalecimiento de la confianza ciudadana en la institución.

Según la NFPA 470 (2022), los cuerpos de bomberos que mantienen programas de prevención estructurados reducen en un 50 % los incidentes de contaminación secundaria y aumentan su eficiencia operativa.

Protocolos iniciales de actuación en incidentes con materiales peligrosos

Los protocolos iniciales de actuación constituyen el eje operativo del manejo de emergencias con materiales peligrosos, pues permiten una respuesta segura, coordinada y eficaz desde los primeros minutos del evento. Su finalidad es proteger la vida del personal interviniente y de la población, minimizar el daño ambiental y restaurar la normalidad operativa bajo un enfoque preventivo.

De acuerdo con la NFPA 470 (2022) y la OSHA 1910.120 (2025), los protocolos deben estructurarse en fases secuenciales: notificación, reconocimiento,





zonificación, control, descontaminación, primeros auxilios y recuperación. Estas fases se aplican de forma modular según el tipo de incidente y el nivel de riesgo químico o biológico presente.

La Guía de Respuesta ante Emergencias, GRE, (2024) del Departamento de Transporte de los Estados Unidos, utilizada internacionalmente y adoptada como material de referencia por los Cuerpos de Bomberos, constituye la base operativa para las primeras acciones en incidentes con materiales peligrosos durante los primeros 30 minutos de la emergencia.

La GRE 2024 establece lineamientos para:

- Identificar la sustancia mediante el número ONU o nombre propio.
- Consultar la guía numérica correspondiente, que incluye las recomendaciones tácticas de aislamiento, evacuación, protección personal y control inicial.
- Distinguir entre productos inflamables, tóxicos, corrosivos, radiactivos o reactivos al agua.

El Cuerpo de Bomberos Riobamba debe emplear esta herramienta desde el momento del despacho, asegurando que el personal del centro de comunicaciones consulte el número ONU reportado por el alertante y transmita la guía correspondiente al equipo en ruta. Según la GRE 2024, las decisiones iniciales deben priorizar tres principios fundamentales:

1. Proteger la vida del personal interviniente.
2. Evitar la propagación del agente peligroso.
3. Controlar el incidente desde una distancia segura.





Fuga de Gas Licuado de Petróleo (GLP) – Autotanque (ONU 1075 / Guía 115)

Objetivo:

Controlar de forma segura las fugas o escapes de GLP provenientes de autotanque, reduciendo el riesgo de incendio, explosión o intoxicación.

a. Reconocimiento y evaluación inicial:

- 1) Identificar número ONU 1075 y símbolo de gas inflamable (Clase 2.1, SGA).
- 2) Consultar la Guía 115 Gas inflamable (licuado).
- 3) Identificar el peligro principal: inflamabilidad y riesgo de explosión por vaporización de líquido en expansión, BLEVE.
- 4) Aislar mínimo 100 metros a la redonda y evacuar 300 metros a sotavento.
- 5) Detener fuentes de ignición: radios, motores, celulares.
- 6) Coordinar cierre del tránsito vehicular con Policía Nacional.
- 7) Si hay fuego, mantener distancia de 800 m y permitir que arda bajo control.
- 8) Establecer zonas operativas: caliente (100 m), tibia (200 m), fría (300 m).

b. Procedimiento operativo:

1. Detener unidades en posición segura a barlovento.





2. Establecer perímetro de seguridad según la tabla de aislamiento GRE 2024.
 3. Cortar fuentes eléctricas y eliminar chispas potenciales.
 4. Enfriar el tanque con neblina de agua fina para disipar vapores y enfriar superficies NFPA 58 (2020).
 5. Controlar válvulas de alivio sólo si la fuga es menor y accesible.
 6. Si existe fuego, atacar con espuma formadora de película acuosa, AFFF, al 3 %.
- c. EPP recomendado y control inicial:
- Nivel B: traje resistente a hidrocarburos, aluminizado o Tychem®, guantes de nitrilo, botas antiestáticas, ERA presión positiva.
 - EPP complementario: monitores multi gas, radio intrínsecamente seguro, casco con visera cerrada.
- d. Coordinación interinstitucional (SCI):
- Comando: Cuerpo de Bomberos de Riobamba.
 - Operaciones: técnicos del autotanque, técnicos del Cuerpo de Bomberos de Riobamba. Seguridad: Policía Nacional y Agentes de Tránsito para aislamiento vial.
 - Logística: Cuerpo de Bomberos de Riobamba con el abastecimiento de agua y sistemas de espuma.
- e. Primeros auxilios básicos:
- Trasladar víctimas a zona fría.





- Retirar ropa contaminada y lavar con agua templada.
- Víctimas con inhalación: oxígeno al 100 % y monitorizar signos vitales. Quemaduras: cubrir con gasas estériles sin romper ampollas.
- Traslado inmediato a hospital con notificación de exposición a gas inflamable.

Fuga de Gas Cloro - Contenedor de 907 kg (ONU 1017 / Guía 124)

Objetivo:

Establecer directrices para el control de fugas en cilindros presurizados de gas cloro utilizados en plantas de potabilización o industrias químicas.

- a) Reconocimiento y evaluación inicial:
 1. Identificar número ONU 1017 y etiqueta de gas tóxico/corrosivo.
 2. Consultar la Guía 124 “Gases tóxicos y corrosivos (oxidantes)”.
 3. Riesgos principales: alta toxicidad inhalatoria y reactividad con humedad.
 4. Aislar 250 m a la redonda y evacuar 2 km a sotavento.
 5. Identificar viento dominante y establecer zonas de trabajo a barlovento.
- b) Procedimiento operativo:
 1. Reconocimiento a distancia con binoculares o cámaras.
 2. Activar el SCI con oficial HAZMAT como comandante.





3. Instalar el Kit B del Chlorine Institute solo por personal nivel Técnico.
 4. Utilizar monitoreo de concentración de cloro (ppm) con sensores electroquímicos.
 5. No aplicar agua directa sobre la fuga, solo enfriamiento ambiental.
 6. Enfriar cilindro con neblina sin dirigir el chorro al punto de escape.
 7. No neutralizar con agua o químicos sin evaluación ambiental.
- c) EPP recomendado:
- Nivel A: traje encapsulado presurizado, ERA interno, guantes de neopreno, botas de PVC.
 - Accesorios: detector de cloro, cinta adhesiva para sellado rápido, kit neutralizador.
- d) Coordinación interinstitucional (SCI):
- Comando: Cuerpo de Bomberos de Riobamba.
 - Operaciones: técnicos del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, empresa de agua potable, EMAPAR, y Ministerio de Salud Pública.
 - Logística: coordinación con ECU 911 para evacuación controlada.
- e) Primeros auxilios básicos:
- Retirar a la víctima de la zona contaminada.





- Inhalación: administrar oxígeno suplementario y traslado inmediato a un centro de salud. Si hay contacto ocular o dérmico: irrigar con abundante agua por 15 minutos.
- Si hay broncoespasmo: administrar broncodilatador (según protocolo médico). Notificar al hospital con anticipación sobre exposición a cloro.

Derrames de Hidrocarburos – Autotanque (ONU 1202 / 1203 / Guía 128)

Objetivo:

Definir las acciones preventivas y de respuesta ante derrames de combustibles líquidos, evitando la propagación del incendio y la contaminación ambiental.

a) Reconocimiento inicial:

1. Identificar número ONU 1202 o 1203.
2. Consultar Guía 128 “Líquidos inflamables (no tóxicos)”.
3. Riesgos principales: inflamabilidad, vapores explosivos y contaminación ambiental.
4. Aislar mínimo 50 m a barlovento y 100 m a sotavento.

b) Procedimiento operativo:

1. Desconectar fuentes de ignición; cortar energía eléctrica y detener motores cercanos.
2. Colocar diques de tierra o arena para contención.





3. Aplicar espuma AFFF o fluoro proteínica 3 %.
 4. Evitar descarga de agua a presión.
 5. Coordinar con la empresa de transporte para limpieza ambiental
- c) EPP recomendado:
- Nivel B: traje de neopreno, botas dieléctricas, guantes de nitrilo, ERA.
 - Complementario: lentes de seguridad, radio intrínsecamente seguro.
- d) Coordinación interinstitucional (SCI):
- Comando: Cuerpo de Bomberos de Riobamba.
 - Operaciones: técnicos del autotanque, técnicos del Cuerpo de Bomberos de Riobamba. Seguridad: Policía Nacional y Agentes de Tránsito para aislamiento vial.
 - Logística: Cuerpo de Bomberos de Riobamba con el abastecimiento de agua y sistemas de espuma, Dirección de saneamiento ambiental municipal y recolección de residuos.
- e) Primeros auxilios básicos:
- Exposición dérmica: lavar con jabón neutro y agua abundante.
 - Inhalación de vapores: traslado inmediato a una zona ventilada y administrar oxígeno suplementario.
 - En caso de incendio, retirar víctimas solo con protección adecuada.
 - Quemaduras químicas: cubrir con apósitos estériles secos.





Incidentes con Agentes Biológicos (Guía de apoyo GRE 2024 – Materia infecciosa ONU 2814, 3373)

Objetivo:

Establecer medidas preventivas y operativas para la atención de emergencias con riesgo biológico, como derrames de sangre, fluidos corporales, residuos hospitalarios o cadáveres contaminados.

a) Reconocimiento inicial:

1. Identificar fuente de exposición (hospital, laboratorio, vehículo sanitario).
2. Determinar si existe mezcla con agentes químicos o punzocortantes.
3. Identificar el tipo de material (sangre, fluidos, residuos hospitalarios, animales muertos).
4. Consultar Guía 158 “Sustancias infecciosas”.
5. Aislar 30 m a la redonda, restringir ingreso a personal no autorizado.

b) Procedimiento operativo:

1. Activar protocolo bioseguridad nivel II de la Organización Mundial de la Salud, (2023).
2. Utilizar bolsas rojas bioinfecciosas y contenedores rígidos.
3. Recoger residuos con pinzas y depositar en bolsas rojas rotuladas como bioinfeccioso.





4. Desinfectar superficie con hipoclorito de sodio al 0.5 %.
 5. Evitar uso de chorros de agua o ventiladores.
 6. Coordinar transporte seguro de los desechos con la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria, ARCSA, o Ministerio de Salud Pública, MSP.
- c) EPP recomendado:
- Nivel C: overol impermeable, mascarilla P100 o N95, doble guante, gafas herméticas, botas cerradas.
- d) Coordinación interinstitucional (SCI):
- Comando: Cuerpo de Bomberos de Riobamba.
 - Operaciones: técnicos del Cuerpo de Bomberos de Riobamba.
 - Seguridad: Policía Nacional y Agentes de Tránsito para aislamiento vial. Logística: Cuerpo de Bomberos de Riobamba
 - Planificación: rastreo epidemiológico por parte del MSP y ARCSA, disposición final.
- e) Primeros auxilios básicos:
- Lavado inmediato con agua y jabón.
 - Contacto ocular: irrigar con suero fisiológico 15 minutos.
 - Punción o corte: promover el sangrado y desinfección alcohol isopropílico





- Notificar inmediatamente a la unidad de Seguridad y Salud Ocupacional para profilaxis post exposición o acudir a una valoración en un establecimiento del MSP.
- Registro en formulario de exposición biológica del MSP.

Procedimiento general post-evento (GRE + NFPA 470)

1. Descontaminación técnica y masiva:
 - Uso de duchas portátiles, soluciones neutras y jabón biodegradable.
 - Descontaminar primero el EPP antes de retiro (doffing controlado).
2. Monitoreo ambiental:
 - Registrar concentración de gases, cloro o vapores residuales.
 - Verificar LEL < 10 % antes de reingreso.
3. Cierre del incidente:
 - El Comandante del Incidente declara zona segura.
 - Recolección de evidencias fotográficas y elaboración del informe técnico.
4. Reunión de retroalimentación (After Action Review):
 - Evaluar desempeño, fallas operativas y mejoras futuras.





Integración con el Sistema de Comando de Incidentes (SCI)

Cada protocolo debe articularse con el SCI, garantizando mando unificado, trazabilidad y comunicación efectiva. Las funciones básicas son:

- Comandante del Incidente: supervisa la estrategia general y autoriza el ingreso.
- Oficial de Seguridad: evalúa riesgos y condiciones atmosféricas.
- Sección de Operaciones: ejecuta los procedimientos de control, rescate y descontaminación.
- Sección de Planificación: recopila información técnica y elaborar informes posts- incidentes.
- Sección de Logística: provee EPP, hidratación, transporte y comunicación.

El SCI asegura coordinación con las instituciones externas (SNGRE, MSP, Policía, MAATE, ARCSA y ECU 911), permitiendo que las decisiones sean consensuadas y basadas en información técnica actualizada.

Consideraciones finales

Los protocolos descritos no sustituyen la formación técnica especializada; constituyen guías iniciales de actuación para las primeras fases de respuesta, donde la rapidez y la precisión son determinantes. El Cuerpo de Bomberos Riobamba, al integrar estos procedimientos basados en la GRE 2024 y la NFPA 470 (2022), fortalecerá su capacidad operativa, reducirá la exposición del personal y consolidará un modelo de respuesta preventiva,





eficaz y técnicamente estandarizado frente a incidentes con materiales peligrosos.

Discusión

La gestión del riesgo químico en el contexto del Cuerpo de Bomberos de Riobamba se enfrenta a un desafío dual: garantizar la protección del personal operativo y asegurar una respuesta eficaz ante incidentes con materiales peligrosos. La revisión documental y normativa permitió identificar una brecha significativa entre las disposiciones técnicas internacionales como las establecidas por la NFPA 470 (2022), la OSHA 1910.120 y la Guía de Respuesta a Emergencias (2024) y la realidad operativa local. Esta brecha se refleja en la ausencia de protocolos estandarizados, la capacitación irregular del personal y la falta de infraestructura especializada, factores que elevan el nivel de vulnerabilidad institucional.

Los cuerpos de bomberos latinoamericanos suelen centrarse más en la respuesta inmediata que en la prevención, lo que genera intervenciones reactivas y una mayor exposición del personal. En el caso de Riobamba, los datos del diagnóstico evidencian que, si bien existe una conciencia creciente sobre la importancia del manejo de materiales peligrosos, las acciones preventivas aún no están integradas de manera formal en la estructura organizacional. Esto coincide con lo planteado por Vásquez (2021), quien argumenta que la gestión del conocimiento y la retroalimentación post-evento son elementos esenciales para la madurez preventiva institucional.





El análisis de los riesgos químicos en Riobamba demostró que los gases tóxicos e inflamables, los combustibles líquidos y las sustancias corrosivas constituyen las principales amenazas para la población y el personal de respuesta. Según la NFPA 400 (2021), la exposición a agentes corrosivos o inflamables puede controlarse eficazmente mediante la aplicación de planes de contingencia preestablecidos, zonificación adecuada y uso de EPP certificado. Sin embargo, el Cuerpo de Bomberos de Riobamba, carece de un sistema de planificación HAZMAT formal, lo que impide aprovechar la experiencia acumulada y replicar las buenas prácticas observadas en otros cuerpos, como los de Quito o Madrid.

La aplicación del protocolo inicial de actuación descrito en este trabajo permite visualizar un marco operativo claro y replicable. En particular, la delimitación de zonas (caliente, tibia y fría) y el reconocimiento a distancia constituyen medidas de bajo costo y alto impacto. Según la NFPA 472 (2020), la correcta implementación de estos procedimientos puede reducir hasta en un 70 % el riesgo de exposición durante los primeros minutos del incidente. Esto sugiere que la adopción de protocolos simples, pero técnicamente sustentados, representa una estrategia viable para mejorar la seguridad, incluso antes de implementar equipamiento costoso.

Asimismo, la selección y el mantenimiento del equipo de protección personal se consolidan como elementos determinantes. La revisión teórica demostró que la mayoría de los incidentes en cuerpos de bomberos de América Latina se relacionan con fallas en la hermeticidad de los trajes, desconocimiento de los niveles de protección o uso inadecuado del equipo de





respiración autónoma. La NFPA 1852 (2021) establece que la inspección del EPP antes y después de cada intervención es una práctica obligatoria, mientras que la OSHA (2021) exige el registro de mantenimiento y reemplazo, estas acciones se realizan de forma parcial y no documentada, lo que limita la trazabilidad de la seguridad operacional.

En este sentido, la formalización de una Unidad HAZMAT Riobamba, propuesta en el desarrollo, representa un punto de inflexión estratégico. No solo permitiría centralizar la gestión del riesgo químico, sino también establecer una estructura jerárquica y técnica coherente con los estándares internacionales. Tal como afirma Carvajal y Molina (2023), la existencia de unidades especializadas garantiza la continuidad del conocimiento técnico y mejora la eficiencia en la toma de decisiones operativas. Además, la creación de esta unidad potenciaría la coordinación interinstitucional con entidades públicas y privadas, generando sinergias en la prevención y respuesta.

Otro aspecto relevante identificado es la necesidad de consolidar una cultura preventiva, de acuerdo con la OIT (2020), la cultura de seguridad no se construye únicamente mediante la normativa, sino a través de la educación, la motivación y el liderazgo visible. En este sentido, las estrategias propuestas como la certificación progresiva del personal, la realización de simulacros conjuntos y los programas de reconocimiento al mérito preventivo constituyen herramientas efectivas para fortalecer los valores organizacionales y la disciplina operativa.

La viabilidad técnica y económica de las estrategias propuestas también resulta destacable. El diagnóstico demostró que ya se cuenta con una base de recursos materiales y humanos que puede potenciarse mediante





capacitación y reestructuración organizativa, sin requerir grandes inversiones iniciales. Según la NFPA 470 (2022), el fortalecimiento de la capacitación y el mantenimiento del EPP generan beneficios sostenidos en seguridad y desempeño, incluso en instituciones con presupuestos limitados.

Desde un enfoque metodológico, este estudio confirma la utilidad de los métodos cualitativos en la gestión de la seguridad ocupacional. El análisis documental permitió contrastar experiencias internacionales con la realidad local, identificando patrones comunes y adaptaciones necesarias. Según Jiménez y Ortega (2019), la investigación cualitativa es especialmente valiosa en entornos operativos como los cuerpos de bomberos, donde los factores humanos, organizacionales y contextuales desempeñan un papel decisivo en la prevención de riesgos.

La implementación de un sistema de gestión de seguridad química, basado en la norma ISO 45001 (2018) y en el programa HAZWOPER, constituye una medida fundamental para institucionalizar las prácticas preventivas. Este sistema permitiría establecer indicadores de desempeño (por ejemplo, número de exposiciones, incidentes sin daño, horas de capacitación), generando evidencia objetiva del progreso institucional. En el mediano plazo, la existencia de registros y auditorías internas fortalecería la transparencia y la rendición de cuentas, alineando al CB-R con los estándares internacionales de gestión de seguridad y salud ocupacional.

La discusión también resalta la importancia de la educación comunitaria. Como plantea Gutiérrez y Ríos (2020), la prevención no solo debe enfocarse en los equipos de respuesta, sino también en la ciudadanía, que constituye la primera línea de defensa ante emergencias químicas.





Campañas de sensibilización sobre almacenamiento seguro de productos domésticos, uso responsable de combustibles y reporte oportuno de fugas pueden reducir significativamente la frecuencia de incidentes. Incorporar a la comunidad en la gestión del riesgo fortalece el tejido social y promueve la corresponsabilidad.

Conclusiones

El análisis cualitativo realizado permitió comprender que la prevención de riesgos en intervenciones con productos químicos dentro del Cuerpo de Bomberos Riobamba no solo constituye una necesidad operativa, sino un compromiso institucional con la salud ocupacional, la seguridad pública y la sostenibilidad ambiental. La evidencia recopilada demuestra que, aunque se dispone de recursos humanos capacitados y de algunos equipos básicos, aún no ha consolidado un sistema integral de gestión del riesgo químico alineado con las normas internacionales.

En primer lugar, se concluye que la ausencia de protocolos estandarizados y la fragmentación de la capacitación representan las principales debilidades institucionales. Según la NFPA 470 (2022) y la OSHA 1910.120, la estructuración de procedimientos claros y la certificación por niveles son requisitos esenciales para garantizar la seguridad del personal ante incidentes con materiales peligrosos. La estandarización no solo optimiza la respuesta, sino que reduce la improvisación y mejora la coordinación interinstitucional.

En segundo lugar, se comprobó que el contexto geográfico e industrial de Riobamba expone al personal operativo a una amplia gama de riesgos químicos, entre ellos gases tóxicos,





combustibles, sustancias corrosivas y agentes biológicos. Esta diversidad de amenazas demanda la implementación de estrategias de prevención diferenciadas, basadas en la clasificación del riesgo, la zonificación operativa y el uso apropiado del equipo de protección personal (EPP) conforme a los niveles A, B y C establecidos por la NFPA 1991-1994 (2022).

En tercer lugar, se evidencia que la creación de una Unidad HAZMAT especializada constituye la medida más efectiva para institucionalizar la gestión del riesgo químico. Esta unidad permitiría centralizar la planificación, el entrenamiento, la gestión del conocimiento y la cooperación interinstitucional, garantizando la continuidad técnica y administrativa del programa preventivo. Además, facilitaría la recolección de indicadores de desempeño y la evaluación sistemática de los procedimientos.

Finalmente, se concluye que la prevención de riesgos químicos en el CB-R debe concebirse como un proceso integral, dinámico y participativo, sustentado en tres pilares:

1. Preparación técnica continua, mediante formación, equipamiento y evaluación.
2. Gestión organizacional preventiva, con protocolos, liderazgo y rendición de cuentas.
3. Responsabilidad social compartida, mediante educación comunitaria y cooperación institucional.





Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos y el análisis desarrollado, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión preventiva del riesgo químico, promoviendo la seguridad operativa y el cumplimiento de los estándares nacionales e internacionales en materia de Seguridad y Salud Ocupacional.

1. Institucionalizar la gestión del riesgo químico

Se recomienda que el Cuerpo de Bomberos Riobamba formalice la creación de una Unidad HAZMAT especializada, responsable de planificar, coordinar y supervisar todas las

actividades relacionadas con la prevención, respuesta y mitigación de incidentes químicos. Esta unidad debe operar bajo un reglamento interno y procedimientos compatibles con las normas NFPA 470 (2022) y OSHA 1910.120, asegurando que cada intervención se base en protocolos estandarizados, medibles y auditables.

2. Elaborar y aprobar un Manual Institucional de Intervención HAZMAT

Elaborar un Manual Operativo de Respuesta ante Materiales Peligrosos, adaptado al contexto de Riobamba, que incluya:

- Clasificación de sustancias peligrosas según el Sistema Globalmente Armonizado (GHS).
- Protocolos iniciales de actuación, zonificación y descontaminación.
- Criterios para selección y uso del equipo de protección personal (EPP).





- Mecanismos de comunicación interinstitucional y comando de incidentes.
3. Implementar un programa permanente de capacitación y certificación

Establecer un programa de formación modular con tres niveles de competencia (awareness, operations, technician), basado en la NFPA 470 (2022), con ejercicios prácticos y simulacros conjuntos con otros cuerpos de bomberos y el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE). Además, incluir contenidos sobre ergonomía, bioseguridad y manejo del estrés operativo, en línea con las recomendaciones de la OIT (2020) y la EU-OSHA (2021).

4. Fortalecer la infraestructura y el mantenimiento preventivo

Destinar recursos específicos dentro del Plan Operativo Anual (POA) para la adquisición y mantenimiento del EPP especializado: trajes de nivel A y B certificados, detectores multigás, duchas portátiles y equipos de comunicación intrínsecamente seguros. Conforme a la NFPA 1852 (2021), cada elemento debe registrarse digitalmente, con controles de hermeticidad y vida útil documentada.

En conjunto, la aplicación de estas recomendaciones permitirá al Cuerpo de Bomberos Riobamba transitar hacia una gestión integral del riesgo químico, caracterizada por la prevención, la eficiencia operativa y la mejora continua.





Referencias

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2020). Directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (ILO-OSH 2001, actualización 2020). Ginebra: OIT.

Presidencia de la República del Ecuador. (2024). Decreto Ejecutivo No. 255: Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. Registro Oficial No. 388. Quito, Ecuador.

Presidencia de la República del Ecuador. (2023). Decreto Ejecutivo No. 2023: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Registro Oficial No. 100. Quito, Ecuador.

National Fire Protection Association (NFPA). (2020). NFPA 472: Standard for Competence of Responders to Hazardous Materials/Weapons of Mass Destruction Incidents.

National Fire Protection Association (NFPA). (2022). NFPA 470: Hazardous Materials/Weapons of Mass Destruction (WMD) Standard for Responders.

National Fire Protection Association (NFPA). (2022). NFPA 704: Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response. Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, OSHA 29 CFR 1910.120, 2025

Departamento de Transporte de Estados Unidos. Guía de Respuesta en Caso de Emergencia, GRE, actualizada 2024





Departamento de Transporte de Estados Unidos. Guía de Respuesta en Caso de Emergencia, GRE, Sistema Globalmente Amonizado, SGA, actualizada 2024

Gutiérrez, A., y Ríos, M. (2020). Capacitación y cultura preventiva en cuerpos de bomberos latinoamericanos: Un estudio comparativo. *Revista de Seguridad Industrial y Emergencias*, 14(1), 77-89.

Rodríguez, et al (2022). Gestión del riesgo químico en entornos urbanos: factores críticos y planificación interinstitucional. *Journal of Safety and Chemical Response*, 11(3), 101- 120.

Vásquez, P. (2021). Gestión del conocimiento y cultura preventiva en cuerpos de bomberos: lecciones desde Chile. *Revista Iberoamericana de Seguridad y Emergencias*, 9(3), 45-62.

Fernández, et al (2020). Modelos integrales de gestión HAZMAT en unidades de respuesta de emergencia. *Revista Iberoamericana de Seguridad Ocupacional*, 8(2), 21-36.

López, V., y Benítez, C. (2023). Aplicación de drones en incidentes con materiales peligrosos: avances y desafíos en Latinoamérica. *Revista Tecnológica de Emergencias*, 6(1), 22-35.

Jiménez, R., y Ortega, S. (2019). El liderazgo y la comunicación en emergencias con materiales peligrosos. *Revista Internacional de Gestión de Riesgos*, 5(2), 89-102.

National Fire Protection Association (NFPA). (2020). NFPA 1561: Standard on Emergency Services Incident Management System and Command Safety.





National Fire Protection Association (NFPA). (2020). NFPA 1852: Selección, cuidado y mantenimiento de aparatos de respiración autónomos de circuito abierto

Sánchez, L., y Bravo, D. (2020). Evaluación ergonómica y psicosocial del personal de emergencia en incidentes con materiales peligrosos. *Revista Europea de Seguridad Laboral*, 7(2), 65-78.

Carvajal, L., y Molina, J. (2023). Gestión institucional y reducción del riesgo químico en cuerpos de bomberos del sur de Colombia. *Revista Latinoamericana de Seguridad y Prevención*, 12(3), 45-58.

